This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

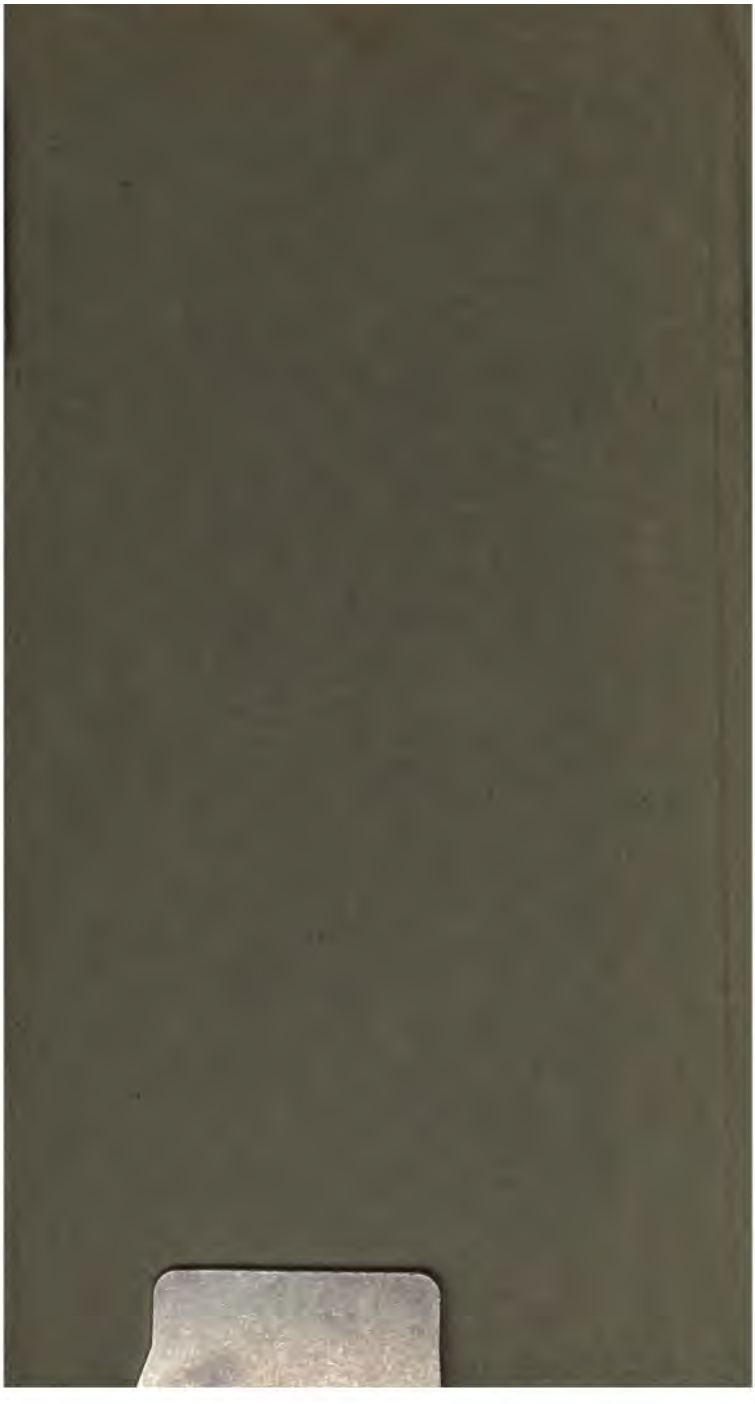
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06275300 3



ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXIX.

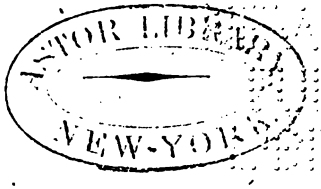
ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

NEUNUNDZWANZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND FÜNFTER.

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG, 1833.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Inhalt

des Bandes XXIX der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Untersuchung des Wassers der Porlaquelle; von J. J. Berzelius. 1
   1) Untersuchung der in dem Wasser aufgelösten Stoffe, S. 3. — 2) Untersuchung des bei Zutritt der Luft gebildeten Niederschlags, S. 33.

II. Ueber die Zusammensetzung der Brenzcitronensäure; von J. Dumas. 37

III. Untersuchung der künstlichen Aepfelsäure Scheele's; von R. T. Guérin. 44

IV. Ueber die Gummiarten; von R. T. Guérin. 50

V. Ueber die Bereitung des Kreosots und Kreosotwassers; von Reichenbach. 62

VI. Ueber die Chinasäure und einige ihrer Verbindungen von S. Baup. 64

VII. Ueber die Zusammensetzung der Chinasäure; von J. Liebig. 70

VIII. Ueber die Verbindungen des Chlors mit dem Naphthalin; von A. Laurent. 77

Seite

IX. Untersuchungen im Gebiete der organischen Chemie; von J. Dumas. 85

Zerlegung des Gewürznelkenöls, S. 87 — des Gewürznelkenkamphers, S. 89 — des Caryophillins, S. 90 — des Indigblau's, S. 93 — der Indigsäure, S. 96 — der Kohlenstickstoffsäure, S. 98.

X. Resultate der Analysen mehrer Pflanzenstoffe; von J. Pelletier. 102

Aricin, Ambrein, Ambreinsäure, Cholesterinsäure, Anchusasäure, Santalin, Karmin, Sarkokollin und Piperin.

XI. Ueber die Milchsäure; von J. Gay-Lussac und Pelouze. 108

XII. Ueber das ätherische Oel des schwarzen Senfs; von J. Dumas. 119

XIII. Ueber den künstlichen Kampher des Terpenthin- und Citronenöls; von J. Dumas. 125

XIV. Ueber die Zusammensetzung einiger organischen Substanzen; von Blanchet und Sell. 133

Terpenthinöl, S. 134. — Terpenthinölkampher, S. 137. Kolophon, S. 137. — Salzsaures Terpenthinöl, S. 138. — Dadyl und Peucyl, S. 140. — Citronenöl, S. 140. — Salzsaures Citronenöl, S. 141. — Citronyl und Citryl, S. 143. — Anisöl und Anisstearopten, S, 143. — Fenchelöl und Fenchelstearopten, S. 144. — Pfeffermünzöl und Pfeffermünzstearopten, S. 144 — Cubebenkampher, S. 145. — Asarumöl und Asarumkampher, S. 145. — Petersilienkampher, S. 147. — Gemeiner Kampher, S. 147. — Steinöl, S. 149. — Steinkohlenöl, S. 150.

XV. Ueber die Zusammensetzung der Korksäure; von A. Bussy. 151

XVI. Ueber die Valeriansäure und ihre Verbindungen; von J. B. Trommsdorff. 154

XVII. Chemische Untersuchung einiger quaternären Substanzen organischen Ursprungs; von J. P. Couërbe. 162

Seite

Staphisain und Delphinin, S. 164. — Veratrin, S. 165. — Pseudoveratrin, S. 167. — Sabadillin und Sabadillinhydrat, S. 168.

XVIII. Ueber einige Eigenschaften der Salpetersäure; von H. Braconnot. 173

XIX. Ueber die Umwandlung mehrer Pflanzenstoffe in einen neuen; von Demselben. 176

XX. Notiz über die Zusammensetzung des Gerbstoffs, der Gallussäure und deren Abänderungen; von J. Pelouze. . . 180

XXI. Mittel, die Divergenz der beiden Bilder des Kalkspaths so zu vergrößern, daſs nur eins zur Zeit gesehen wird. 182

XXII. Photometer von De Maistre, Quetelet und Arago. 186

Zweites Stück.

I. Ueber das Verhältniſs des specifischen Gewichts der Gasarten zu den chemischen Proportionen; von E. Mitscherlich. 193

II. Ueber das Benzin und die Säuren der Oel- und Talgarten; von E. Mitscherlich. 231

III. Untersuchungen des Wassers der Porlaquelle; von J. J. Berzelius. (Schluſs.) 238

3) Untersuchung der in dem Wasser befindlichen organischen Stoffe (Quellsäure, S. 239. — Quellsatzsäure, S. 252.) — Analoge Stoffe, natürliche wie künstliche, S. 260. — 4) Untersuchung des aus dem Quellwasser aufsteigenden Gases, S. 272.

IV. Dritte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday. 274

7) Einerleiheit der Elektricitäten verschiedenen Ursprungs.

V. Bemerkungen über einen von Hrn. Potter angestellten Interferenzversuch; von G. B. Airy. 304

VI. Ueber die Wirkung der Abirrung bei prismatischer Interferenz; von W. R. Hamilton. 316

Seite

VII. Antwort auf die Bemerkungen der HH. Airy und Hamilton in Betreff des Aufsatzes über die Interferenz des Lichts nach seinem Durchgang durch ein Glasprisma; von Potter. 319

VIII. Ueber die undulatorische Durchgangszeit des Lichts durch ein Prisma; von W. R. Hamilton. 323

IX. Erwiederung auf Hrn. Potter's Antwort; von Demselben. 328

X. Ergebnifs der Wiederholung von Hrn. Potter's Versuch mit dem in die Bahn des interferirenden Lichts gestellten Prisma; von G. B. Airy. 329

XI. Bemerkungen gegen Sir Brewster's Aufsatz: Ueber die Absorption gewisser Lichtstrahlen mit Bezug auf die Undulationstheorie; von G. B. Airy. 331

XII. Beobachtungen über die Wirkungen des Lichts auf die Netzhaut, nebst einer Untersuchung der von Hrn. Smith beschriebenen Versuche; von D. Brewster. 339

XIII. Auszug aus einer Abhandlung Savart's über die Beschaffenheit der Flüssigkeitsstrahlen, die aus kreisrunden Oeffnungen in dünnen Wänden hervorschiefsen. 353

XIV. Auszug aus einer Abhandlung über den Stofs eines flüssigen Strahls gegen eine kreisrunde Scheibe; von Savart. 356

XV. Neuere Erfahrungen über artesische Brunnen. 362

Drittes Stück.

I. Dritte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday. (Schlufs.) 365

8) Maafs-Beziehung zwischen gemeiner und voltascher Elektricität, S. 373.

II. Bemerkungen über die Versuche des Hrn. Lenz in Betreff der Drehungen des Coulombschen Wagebalkens, und Nachricht von den akustischen Versuchen des Hrn. Scheibler; von G. W. Muncke. 381

Seite

III. Neue Versuche über die Capillarität; von H. F. Link. . 404

IV. Verzeichniſs von Erdbeben, vulkanischen Ausbrüchen und merkwürdigen meteorischen Erscheinungen seit dem Jahre 1821; von K. E. A. v. Hoff. (Achte Abtheilung.) . . 415

V. Nachträgliche Beobachtung über die meteorische Erscheinung in der Nacht vom 12. auf den 13. November 1832. 447

VI. Ueber die im Ural vorkommenden krystallisirten Verbindungen von Osmium und Iridium; von Gustav Rose. . 452

1) Osmium-Irid von Newiansk, S. 452. — 2) Osmium-Irid von Nischne Tagil, S. 453.

VII. Ueber das Vanadinbleierz von Beresow im Ural; von Gustav Rose. 455

VIII. Ueber zwei neue Varietäten des Berthierits; von Berthier. 458

IX. Zerlegung des Wolchonskoit; von Berthier. 460

Viertes Stück.

I. Magneto-elektrische Elektromagnete; von H. W. Dove. 461

II. Ueber das Vermögen eines Elektromagneten, seinen Magnetismus nach der Oeffnung der Voltaschen Batterie beizubehalten; von W. Ritchie. 464

III. Ueber gewisse sonderbare Eigenschaften der gewöhnlichen und der Elektro-Magnete; von W. Ritchie. 467

IV. Ueber die Bildung künstlicher Magnete mittelst des Galvanismus; von G. Moll. 468

Dal Negro's Untersuchungen über denselben Gegenstand. 470

V. Ueber gewisse Farbenveränderungen in der Choroidea von Thieraugen; von D. Brewster. 479

VI. Beschreibung eines am 13. März 1833 in Cambridge beobachteten Nordlichts; von G. B. Airy. 481

Seite

VII. Fernere Methoden zur Messung der Stärke des Lichts . 484
1) A. v. Humboldt's Astrometer, S. 484. — 2) Potter's Photometer, S. 487. — 3) Lamprotometer, S. 490.

VIII. Fallversuche über die Umdrehung der Erde; von F. Reich. 494

IX. Beschreibung anomaler Bildungen des Schwefelkieses; von G. Suckow. 502

X. Die Krystalle des Cölestins von Dornburg bei Jena: von Demselben. 504

XI. Zum Krystallisationssystem des Quarzes; von R. Wackernagel. 507

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1833, NEUNTES STÜCK.

I. *Untersuchung des Wassers der Porla-Quelle; von J. Berzelius.*

(Aus den *K. Vetensk. Acad. Handling. f.* 1833.)

Die Porla-Quelle liegt in Oerebro Län. Die Gränzen der Kirchspiele Skagerhult, Wiby und Bodarne stofsen gleichsam in der Quelle zusammen, und die Scheidelinie der Gerichtsgebiete Edsberg und Grimmsten ist durch dieselbe gezogen.

Die Quelle entspringt am Rande eines grofsen Moores, welches während der letzten zwanzig Jahre durch Abzugsgräben theilweis entwässert und urbar gemacht worden ist. Das Moor hat eine geringe Tiefe, gewöhnlich nicht über drei Ellen, besteht aus Sphagnum palustre, und ruht auf einem harten Boden von Sand und Kies. Aus dem harten Grunde entspringen die Adern der Quelle. Der Wasserbehälter ist ungefähr anderthalb Ellen tief und mit Geschieben ausgesetzt. Vom Boden steigen beständig Gasblasen auf, welche hauptsächlich aus den Oeffnungen der Wasseradern hervorkommen, und, wie es scheint, davon herrühren, dafs dieses Gas in zunehmender Menge aus dem Wasser entweicht, je näher es der Oberfläche kommt, je mehr also der Druck der über ihm befindlichen Wassersäule abnimmt. Diese Gasentwickelung gleicht nicht einem fortwährenden Kochen, wie man es an verschiedenen ausländischen, mit Kohlensäure über-

sättigten Wässern häufig sieht, sondern besteht aus einem sanften Aufsteigen gröfserer und kleinerer Blasen, von gewissen Stellen des Bodens aus, ohne Geräusch, und wechselsweise zu- und abnehmend in Gröfse und Menge *).

Die Temperatur des Wassers ist +7° C. Es hat eine blafsgelbe Farbe, welche an der Luft allmälig dunkler wird, während sich zugleich an der Oberfläche eine Haut bildet. Es besitzt keinen Geruch; wenn man es aber in einem halb vollen, mit der Hand verschlossenen Glase schüttelt, und einen Augenblick hernach darauf riecht, so nimmt man deutlich einen Geruch von Schwefelwasserstoffgas wahr. Es schmeckt stark nach einem Eisensalz, ist aber daneben ganz leicht getrunken. Füllt man damit eine Flasche zur Hälfte, bedeckt sie mit dem Finger und schüttelt sie, ohne sie mit der Hand zu erwärmen, so entwickelt sich Kohlensäure in die Luft über dem Wasser, und wenn man die Flasche umkehrt und zwischen den Fingern eine kleine Oeffnung läfst, so springt eine Portion Wasser mit Heftigkeit heraus. Ich kenne in Schweden kein anderes Wasser, bei dem diefs der Fall wäre.

Betreffend das Verhalten dieses Wassers zu Reagenzien, verweise ich auf meine ältere Untersuchung desselben in den *Afhandlingar i fysik, kemi och mineralogi, T. I p.* 148. Ich will davon nur zwei Umstände in Erinnerung bringen, nämlich: dafs das Wasser kein schwefelsaures Salz enthält, folglich Chlorbarium nicht trübt, und dafs es mit salpetersaurem Silberoxyd, ohne Mitwirkung des Lichts, in 24 Stunden eine weinrothe Flüssigkeit bildet.

Die gegenwärtige Untersuchung betrifft folgende Umstände: 1) die Beschaffenheit der in dem Wasser aufgelösten Stoffe, 2) die Zusammensetzung des durch den

*) Daher übrigens doch wohl der schwedische Name der Quelle: *Porla-Källa*, zu deutsch: Sprudelquelle (Bullerborn). *P.*

Zutritt der Luft entstehenden Niederschlags, 3) den Stoff, der die Ursache der gelben Farbe des Wassers ist, und 4) die Natur des Gasgemenges, welches die aus dem Wasser aufsteigenden Blasen bildet.

1. Untersuchung der im Wasser vorkommenden aufgelösten Stoffe.

Bevor ich das Detail der von mir angestellten Analysen mittheile, mufs ich Einiges über zwei in diesem Quellwasser vorkommende Körper sagen, die früher nicht untersucht wurden, und von denen wenigstens einer bis jetzt noch ganz unbekannt war. Diese Körper sind nicht ungewöhnliche Bestandtheile der Wässer unserer Quellen, und finden sich muthmafslich in den meisten von ihnen. Man hat sie Extractivstoff genannt, und sich bei Wasseranalysen bemüht, dieselben zu zerstören, weil ihre Gegenwart immer die Bestimmung der relativen Menge der rein unorganischen Bestandtheile hindert und erschwert.

Ich kenne kein aus einer reichen Quellader entspringendes Wasser, welches von diesem sogenannten Extractivstoff so viel enthielte als das Porlawasser; daher wird natürlich eine genauere Untersuchung dieses Wassers schneller als die irgend eines anderen zu bestimmten Begriffen von diesem Stoffe führen.

Dieser Extractivstoff besteht aus zwei elektronegativen Körpern, welche nicht nur nach dem Principe für die organische Natur zusammengesetzt sind, sondern daneben auch Stickstoff enthalten. Der eine von diesen, welchen ich *Quellsäure* nenne, ist leicht löslich in Wasser, und von deutlich saurem, hinterher aber zusammenziehendem Geschmack. Der andere, welcher theils fertig gebildet im Wasser vorhanden ist, theils durch vereinte Wirkung der Luft und der Wärme auf Kosten der Quellsäure entsteht, verhält sich zu dieser wie ein Extract-

Absatz zu seinem Extract; er ist löslich in Quellsäure, aber ohne dieselbe träglöslich in Wasser. Diesen nenne ich *Quellsatz-Säure* (*Källsats syra*). Im unlöslichen Zustand schmeckt er nicht sauer, röthet aber Lackmuspapier, treibt die Essigsäure aus ihren Salzen und verbindet sich mit deren Base.

In einem sprudelnden Quellwasser organische Säuren und deren Salze zu finden, ist ein ungewöhnlicher Umstand. Ich glaube jedoch, dafs das, was ich bei Beschreibung dieser Säuren über deren Vorkommen in der Natur anführen werde, ziemlich deutlich ihre Entstehung im Wasser erklären wird.

Die Umstände, welche verriethen, dafs der im Porlawasser vorkommende gelb färbende Stoff eine Säure sey, waren folgende zwei. Ich hatte von dem die Abflufsrinnen bekleidenden Ocker gesammelt, und da ich fand, dafs er in seiner Farbe nicht dem reinen Eisenoxydhydrate glich, so rührte ich ihn in Wasser ein und leitete Schwefelwasserstoffgas hindurch, damit, ohne Dazwischenkunft irgend eines sauren oder alkalischen Reactionsmittels, der im Wasser lösliche und aus dem Quellwasser mit dem Eisenoxyd niedergefallene Stoff erhalten würde. Ich bekam ein schwarzes Magma, welches, abfiltrirt, eine gelbbraune Flüssigkeit gab, aus der sich indefs das Schwefeleisen langsam niederschlug, so dafs es durch Filtriren abgeschieden werden konnte. Diese gelbe Flüssigkeit röthete Lackmus, schmeckte deutlich nach einem Eisensalz und fällte Chlorbarium-Lösung nicht. Der andere Umstand entsprang daraus. Bei meiner älteren Analyse hatte ich gefunden, dafs das Porlawasser kohlensaures Alkali enthielt, nämlich nachdem der extractähnliche Körper verbrannt worden war. Nun untersuchte ich, ob der eingedunstete Rückstand des Porlawassers die blaue Farbe des durch Essigsäure schwach gerötheten Lackmuspapiers wieder herstelle. Diefs geschah nicht. Ich vermischte diesen Rückstand mit Essigsäure, verdunstete die-

selbe im Wasserbade zur Trockne und behandelte das Zurückgebliebene mit wasserfreiem Alkohol, fand aber nicht die geringste Spur von essigsaurem Alkali darin gelöst. Offenbar enthielt also das Wasser ein Salz mit einer verbrennlichen Säure, von hinlänglicher Verwandtschaft zu den Basen, dafs sie nicht durch Essigsäure in Freiheit gesetzt werden konnte.

Ich habe die Analyse dieses Wassers drei Mal umändern müssen, weil ich nur durch Mifsgriffe zu einem richtigen Operationsplan geleitet werden konnte. Behufs der Analyse hatte ich eine Portion Wasser in Flaschen mit eingeschliffenen Glasstöpseln kommen lassen; diese wurde zu der ersten Analyse verwandt, deren Resultate minder zuverlässig sind. Diese Analyse will ich mit *A* bezeichnen. Die andere geschah mit Wasser, das in Selterkrüge gethan worden war; sie heifse *B*. Zu der dritten, *C*, war endlich das Wasser auf klare Weinflaschen abgezogen. Die Krüge und Flaschen waren mit Korkstöpseln vorzüglich gut zugepfropft und verharzt. Sämmtliches Wasser wurde zu derselben Zeit, im October 1832, geschöpft.

Das Volum des analysirten Wassers wurde auf gleiche Weise wie bei meinen Analysen des Carlsbader und Königswarter Wassers *) gemessen, mittelst einer Flasche, welche gefüllt, und, nachdem der eingeschliffene Glasstöpsel so aufgesetzt war, dafs keine Luftblase zurückblieb, 632,66 Grammen destillirten Wassers von =18° C. faste. Das, was bei jedesmaligem Ausgiefsen der Flasche auf deren Innenseite zurückblieb, wurde mit destillirtem Wasser abgespült, und darauf die Flasche inwendig vollkommen getrocknet, ehe sie auf's Neue mit Porlawasser gefüllt wurde. Zu den Analysen *A* und *B* wurden 14 solche Maafse angewandt, welche 8,857 Liter oder 338,43 schwed. Decimal-Kubikzoll ausmachten. Zu

*) *Kongl. Vet. Acad. Handl. f*, 1822, *p*. 139. (Gilbert's Ann. Bd. LXXIV S. 113 und 276.)

der Analyse *C* wurden nur 10 solche Maafse angewandt, weil diefs gerade genau 7 Weinflaschen ausmachte, wodurch das auf die Innenseite des Glases und auf die Pfropfen Abgesetzte ohne alle unsichere Berechnung in das analytische Resultat eingeführt werden konnte.

Aus der oben angeführten Erfahrung, dafs Schwefelwasserstoff aus dem Ocker des Porlawassers Quellsäure abscheidet, haben wir gesehen, dafs quellsaures Eisenoxydul ein im Wasser lösliches Salz ist. Es war daher leicht möglich, dafs der Eisengehalt des Wassers von quellsaurem, und nicht von kohlensaurem Eisenoxydul herrührte, ein Umstand, der noch dadurch höhere Wahrscheinlichkeit gewann, dafs der aus dem gefällten Ocker offenbar basisch quellsaures Eisenoxyd enthielt.

Um hierüber Aufschlufs zu erhalten, wurde eine Portion des Wassers in einem offenen Glasbecher neben einer, feuchtes Kalkhydrat enthaltenden Untertasse unter eine Glasglocke gestellt und diese luftleer gemacht. Das Wasser blieb acht Tage darunter stehen, ohne dafs es sich jedoch trübte, weder von kohlensaurem Kalk noch von kohlensaurem Eisenoxydul.

Da dieser Versuch kein Resultat gab, so brachte ich Porlawasser in eine tubulirte Glasretorte, versehen mit einer ganz kleinen Vorlage, aus der ein Glasrohr in Wasser geleitet war. Durch den Tubulus der Retorte wurde ein Glasrohr eingeschoben, fast bis zur Oberfläche der Flüssigkeit, und durch dasselbe ein beständiger Strom Wasserstoffgas durch den Apparat geleitet. Die hiebei angewandte Menge Wasser betrug etwa 50 Decimal-Kubikzoll. Nachdem ein Paar Stunden lang Wasserstoffgas durch den Apparat geleitet worden war, wurde die Retorte, unter fortwährender Hineinleitung von Wasserstoffgas, langsam bis zum Kochen erhitzt.

Die Flüssigkeit blieb vollkommen klar bis sie anfing in's Kochen zu kommen; dann begann sie zu opalesciren, und nach halbstündigem Sieden hatte sich ein Nie-

derschlag in voluminösen, schwarzen, discreten Flocken gesammelt, zwischen denen das Wasser vollkommen klar, aber bedeutend blasser gelb war. Mit der Hineinleitung des Wasserstoffgases wurde fortgefahren bis der Apparat erkaltet war. In dem abgegossenen klaren Wasser konnte nun durch rothes Cyaneisenkalium, durch Blutlaugensalz oder Galläpfelsäure nicht mehr die geringste Spur eines Eisengehalts entdeckt werden. Der Eisengehalt war also während des Siedens gefällt worden, ohne dafs diefs von der Oxydation des Eisens herrührte. Der Niederschlag war so dunkel, dafs er schwarz genannt werden konnte. Der, welcher an der Luft entsteht, ist rothbraun. Der schwarze Niederschlag kann künstlich nachgebildet werden, wenn ein Eisenoxydulsalz mit quellsaurem Ammoniak, zu dem man etwas Ammoniak in Ueberschufs hinzugesetzt hat, gefällt wird. Diese Versuche könnten zu dem Schlusse führen, das Eisensalz im Wasser sey kohlensaures Eisenoxydul. Allein da das Wasser auch bestimmt doppelt-kohlensauren Kalk enthält, und dieser beim Kochen zersetzt wird, so kann dabei der Kalk die Stelle des Eisenoxyduls bei der Quellsäure übernommen haben, wodurch dann ein basisch quellsaures Oxydulsalz, oder, da die Verbindungen der Quellsatzsäure weniger löslich sind, basisch quellsatz-saures Eisenoxydul gebildet werden mufs. Es ist folglich nicht möglich, aus diesen Versuchen zu bestimmen, in welcher Verbindung das Eisenoxydul im Wasser vorhanden sey; will man aber, nach theoretischer Anleitung, eine Vermuthung aussprechen, so wird es wahrscheinlich, dafs dasselbe, wie die Basen darin im Allgemeinen, sich gemäfs dem Verwandtschaftsgrad, getheilt findet zwischen der Kohlensäure und den Quellsäuren, obgleich es bei der Analyse immer nur als kohlensaures angenommen werden mufs, weil man bei Aufstellung des quantitativen Resultats am besten die schwächsten Basen mit den schwächsten Säuren paart.

A. Analyse des auf Flaschen mit eingeschliffenen Stöpseln abgezogenen Wassers.

Das, was sich auf die Innenseite der Flaschen abgesetzt hatte, betrug sehr wenig. Es wurde mit einer Federfahne losgerieben, so dafs es mit in die Mefsflaschen kam. Die Abdunstung geschah in einer gewogenen Platinschale im Wasserbade, und als die Masse im Wasserbade vollständig ausgetrocknet war, wurde sie 24 Stunden lang unter einer Glasglocke über concentrirte Schwefelsäure gestellt. Der Rückstand, auf diese Weise ausgetrocknet, wog 1,8945 Gramm, wonach die aufgelösten festen Stoffe 0,2139 Th. auf 1000 Th. Wasser, oder etwas mehr als 1 Th. auf 5000 Th. Wasser ausmachen.

a) Dieser Rückstand wurde mit kaltem Wasser ausgezogen und das Aufgelöste im Wasserbade zur Trockne verdunstet; es wog, bei 100° C. in wasserfreier Luft getrocknet, 0,46 Grm. Es war gelbbraun und glich einem Pflanzenextract.

Da das Wasser möglicherweise ein essigsaures Alkali enthalten konnte, weil, wie wir aus Vogel's Untersuchungen wissen, ein solches gebildet wird, wenn schwefelsaures Alkali mit einem organischen Stoff zusammen vorkommt, und dieser vielleicht in dem Porlawasser einen ursprünglich darin vorhandenen geringen Gehalt von schwefelsaurem Salz gänzlich zerstört haben mochte, so wurden die 0,46 Grm. mit wasserfreiem Alkohol behandelt. Dieser färbte sich dabei nicht, hinterliefs aber nach dem Verdunsten 0,026 Grm. eines weifsen krystallisirten Salzes, welches wie Kochsalz aussah, und an der Luft nicht feucht wurde *). Bis zum anfan-

*) Porlawasser, welches Behufs einer Analyse auf Flaschen mit eingeschliffenen Stöpseln abgezogen worden war, hatte sechs Jahre lang gestanden, ohne dafs die Flaschen geöffnet wurden. Diefs hatte seine Farbe ganz verloren, und auf dem Boden hatte sich eine rothgelbe, halbschleimige und zusammenhängende Masse abgesetzt. Das quellsaure Alkali im Wasser war gänzlich zer-

genden Glühen erhitzt, wurde es ein wenig bräunlich, und wog nun 0,023; allein es reagirte nicht auf freies Alkali. Es war Chlornatrium, welches eine Spur Chlorkalium enthielt, und mit Platinchlorid 0,006 Grm. Chlorplatin-Kalium gab.

b) Das vom Alkohol nicht Gelöste wurde in Wasser gelöst. Durch Vermischung dieser Lösung mit einer von essigsaurem Kupferoxyd, so lange als noch ein Niederschlag entstände, hoffte ich die Quellsäure aus ihr fällen und dem Gewichte nach bestimmen zu können. Der erhaltene Niederschlag war dunkel braungelb und die klar gewordene Lösung gelbgrün. Die Farbe bewiefs, dafs nicht Alles gefällt worden war. Der Niederschlag wurde bei 100° C. in wasserfreier Luft getrocknet, und wog dann 0,2165 Grm. Durch Schwefelwasserstoff wurde er zerlegt, wobei die Flüssigkeit das Schwefelmetall in Form einer dunkel gelbbraunen Lösung zurückhielt. Bei Abdunstung im Wasserbade wurde sie schwarzgrün und liefs endlich das Schwefelmetall fallen, worauf sie filtrirt wurde. Es ging eine gelbe Flüssigkeit durch, deren Rückstand nach dem Trocknen 0,132 wog, und sich als Quellsäure verhielt, eine erst durchsichtige, dann, nach völliger Austrocknung, gelbe, leicht vom Glase ablassende Masse bildend. Das auf dem Filter zurückgebliebene Schwefelkupfer wurde mit kohlensaurem Ammoniak übergossen, diefs zog einen dunkelbraunen Stoff aus, wel-

stört, und der eingekochte Rückstand war alkalisch und farblos; aber wasserfreies Alkohol zog daraus essigsaures Kali und Natron in geringer Spur. Im Eisenniederschlag fand sich Quellsäure. Der unterhalb des Badehauses im Moore aufgesammelte Ocker enthielt, wie sich fand, basisch essigsaures Eisenoxyd. Als der Ocker mit kohlensaurem Kali ausgezogen wurde, so entstand im ersten Augenblick ein gelindes Aufbrausen wie von einer freien Säure, und als die alkalische Lösung abgedunstet und mit Alkohol ausgezogen wurde, enthielt dieser so viel essigsaures Kali, dafs eine Portion concentrirter Essigsäure davon abdestillirt werden konnte.

cher, nach Verdunstung des Ammoniaks, 0,032 Grm. wog. Dieser war nun vollkommen löslich im Wasser, und bestand aus saurem quellsatzsaurem Ammoniak. Das Schwefelmetall, durch Salpetersäure oxydirt und mit ätzendem Kali gefällt, hinterliefs 0,099 Grm. Kupferoxyd. Der Kupferniederschlag hatte folglich enthalten 0,1625 an organischen Säuren, wovon 0,132 Quellsäure und 0,03 Quellsatzsäure war.

c) Die mit dem essigsauren Kupferoxyd gefällte Flüssigkeit enthielt noch deutlich Quellsäure. Etwas quellsaures Kupferoxyd fällte sich noch beim Verdunsten; da aber der Ueberschufs vom essigsauren Kupfersalz endlich einen schwarzen Niederschlag gab, so wurde Alles eingetrocknet und gebrannt, um wenigstens nicht die Möglichkeit zu verlieren, die Menge der unorganischen Bestandtheile zu bestimmen. Die gebrannte Masse wurde mit Wasser ausgelaugt und die Lösung genau mit Salpetersäure gesättigt, wobei ein schwaches Aufbrausen entstand; dann mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, gab sie 0,1905 Grm. Chlorsilber, entsprechend 0,05 Grm. Chlor. Die Flüssigkeit wurde nun, zur Ausfällung des Silbers, mit Salzsäure versetzt, filtrirt, zur Zerstörung der Salpetersäure mit mehr Salzsäure vermischt und zur Trockne abgeraucht. Der zur Verjagung des Wassers gelinde erhitzte Rückstand von Chlor-Alkalium wog 0,18, und gab mit Platinchlorid 0,08 Grm. Chlorplatinkalium, welches mit dem in *a* erhaltenen 0,086 Grm. ausmacht. Die dort erhaltenen 0,023 Chlor-Alkalium zu den hier gefundenen 0,18 addirt, machen 0,203 Grm. Das Alkali ist indefs wohl nicht als Chlorverbindungen im Wasser vorhanden gewesen, sondern zum bedeutenden Theil als quellsaures Salz. Wir werden weiterhin auf diese Berechnung zurückkommen.

Die Masse, welche nach der Verbrennung der Quellsäure und Essigsäure mit Wasser ausgelaugt worden war, konnte noch Kalk und Talkerde enthalten. Sie wurde

mit Salzsäure ausgezogen, das Kupferoxyd mit Schwefelwasserstoff gefällt und die Lösung zu dem Folgenden gegossen.

d) Der mit kaltem Wasser ausgezogene Rückstand des eingekochten Porlawassers wurde zu mehren Malen mit Wasser gekocht, dem zuletzt, zur besseren Auflösung der gefällten Quellsatzsäure, etwas Ammoniak zugesetzt worden. Die Lösung, zur Trockne verdunstet, hinterliefs eine erdige, hie und da gelbe und extractähnliche Masse, welche nach der Verbrennung eine weifsgraue Erde als Rückstand gab. Diese wurde in Salzsäure gelöst, und die Lösung zu der sauren Flüssigkeit gesetzt, aus welcher das Kupfer mit Schwefelwasserstoff gefällt worden war. Die Flüssigkeit wurde mit Ammoniak übersättigt, ohne dafs ein Niederschlag entstand. Oxalsäure schlug oxalsaurer Kalk nieder, welche, in Gyps verwandelt, 0,102 Grm. wog, entsprechend 0,043 Kalkerde, und kohlensaures Kali schied 0,015 Grm. Talkerde ab.

Sowohl im kalten wie im kochenden Wasser hatte sich Kieselerde aufgelöst, welche die Masse, nach der Behandlung mit Salzsäure zurückliefs. Diese Kieselerde wurde zu dem in Wasser unlöslichen Theil gelegt, dessen Untersuchung ich nun beschreiben werde.

e) Die Quellsäuren, welche sich während des Kochens mit dem Eisenoxyd niederschlugen, nöthigten mich, diese Untersuchung mit deren Verbrennung anzufangen; darauf behandelte ich die Masse mit Salzsäure in einem Platintiegel, welcher mit einem neuen und reinen Uhrglase bedeckt wurde, während ich die Säure im Wasserbade allmälig abrauchen liefs. Dabei wurde die Oberfläche des Glases nicht im Mindesten angegriffen, vielmehr war sie hernach eben so durchsichtig und polirt wie zuvor, woraus erhellt, dafs diese Masse weder Fluorcalcium, noch irgend eine andere Fluorverbindung enthielt. Die trockne Masse wurde mit Salzsäure angefeuchtet und mit Wasser ausgezogen, die Kieselerde auf ein

Filtrum gebracht und gewaschen. Sie wog geglüht 0,342, sah aber graulich aus; deshalb wurde sie mit kohlensaurem Kali geglüht, mit Salzsäure behandelt u. s. w., und dadurch in 0,327 Gramm. reiner Kieselerde und 0,015 Grm. Eisenoxyd, welches eine Spur Manganoxyd enthielt, zerlegt.

f) Die von der Kieselerde abfiltrirte salzsaure Lösung wurde mit Ammoniak gesättigt, bis das Eisenoxyd sich ausschied, ohne nach einer Weile wieder aufgelöst zu werden; darauf wurde die Fällung mit bernsteinsaurem Ammoniak vollendet und die Flüssigkeit im Wasserbade erhitzt, bis dafs das bernsteinsaure Eisen sich abschied, und die Flüssigkeit klar und farblos war. Der Niederschlag wurde auf ein Filtrum gebracht und gewaschen, zuerst mit reinem, sodann mit ammoniakhaltigem Wasser, um das Meiste der Bersteinsäure fortzunehmen. Das trockne und geglühte Eisenoxyd wog 0,278 Grm. Es löste sich ohne Rückstand in Salzsäure, enthielt also keine Kieselerde. Aus dieser Lösung wurde es wieder durch überschüssig zugesetztes ätzendes Kali gefällt und der Niederschlag mit demselben digerirt; die abfiltrirte alkalische Flüssigkeit wurde mit Salzsäure übersättigt, und darauf mit kohlensaurem Ammoniak versetzt; diefs brachte einen geringen weifsen Niederschlag hervor, welcher, auf ein Filtrum gebracht, beim Trocknen etwas gelb wurde und geglüht 0,007 Grm. wog. Wenn diese von dem Gewicht des Eisenoxyds abgezogen werden, bleiben 0,271, welche, den aus der Kieselerde erhaltenen zugelegt, 0,286 Grm. Eisenoxyd geben. Das mit ätzendem Kali gefällte Eisenoxyd wurde mit wasserstoffschwefligem Schwefelammonium behandelt, welches aber daraus keine Phosphorsäure auszog.

Der weifse, beim Trocknen gelb gewordene Niederschlag zeigte vor dem Löthrohr einen Gehalt an Phosphorsäure. Das, was nicht zur Löthrohrpobe verwandt worden, konnte mit Kali in eine Spur von Eisenoxyd und

Thonerde zerlegt werden, und letztere reichte hin, um die gewöhnliche Löthrohr-Reaction mit salpetersaurem Kobalt zu erhalten.

g) Die Flüssigkeit, aus welcher das Eisenoxyd mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällt worden, wurde mit ätzendem Ammoniak vermischt; dieſs brachte einen geringen Niederschlag von phosphorsaurer Thonerde hervor, der geglüht 0,003 Grm. wog. Es hängt davon ab, wie weit es gelungen ist, die Eisenlösung, vor dem Zusatz des bernsteinsauren Ammoniaks, mit Ammoniak zu sättigen, ob die gesammte Menge der phosphorsauren Thonerde mit dem bernsteinsauren Ammoniak niederfallen, oder ob ein Theil davon in der Lösung bleiben wird.

h) Die filtrirte Lösung wurde mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, und dadurch, nach dem Glühen des Niederschlags, an dunkelgrauem kohlensauren Kalk 0,504 Grm. erhalten. Die mit oxalsaurem Ammoniak ausgefällte Flüssigkeit wurde mit kohlensaurem Kali behandelt bis alle Ammoniaksalze vollständig zersetzt waren, und dann zur Trockne verdunstet. Bei Wiederauflösung in Wasser blieb die Talkerde 0,055 zurück; diese in Salzsäure gelöst, abgedunstet und wieder in Salzsäure gelöst, hinterliefs 0,0175 Kieselerde, deren Gesammtmenge demnach 0,3445 Grm. betrug.

Die Kalkerde wurde in Salpetersäure gelöst, die Lösung im Wasserbade vollständig eingetrocknet, und der Rückstand mit wasserfreiem Alkohol übergossen; er löste sich darin ohne Rückstand, und war also frei von Strontnerde. Der Alkohol wurde wieder verdunstet, dann das Salz in Wasser aufgelöst, mit einer Lösung von chlorsaurem Kali in verdünnter Salzsäure vermischt, und darauf, in einer Flasche mit eingeschliffenen Stöpsel, mit doppelt kohlensaurem Kali versetzt. Nachdem die Salzsäure vollkommen gesättigt war und das Aufbrausen nachgelassen hatte, wurde der Stöpsel aufgesetzt und die Flasche 24 Stunden lang stehen gelassen, wobei sich Man-

ganoxyd niederschlug, das 0,0175 Grm. wog. Durch eine ähnliche Behandlung wurde auch in der Talkerde eine Spur davon gefunden, die aber nicht gewägt werden konnte. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk hatte also 0,4865 Grm. betragen.

B. Analyse des auf Selterkrüge abgezogenen Wassers.

Der Rückstand von 8,857 Litern Wasser betrug diefsmal 1,8755 Grm. Hiebei war indefs die Trocknungsweise etwas abgeändert: nachdem nämlich das Wasser auf ein so geringes Volum eingedunstet worden war, dafs es in einem Platintiegel Raum hatte, wurde das Aufgelöste in denselben gegossen, und darin, zuerst im Wasserbade hernach in wasserfreier 100° warmer Luft getrocknet, dann auf der Tiegel mit aufgesetztem Deckel über concentrirter Schwefelsäure erkalten gelassen und sodann ungeöffnet gewogen. Die Platinschale mit dem darin gebliebenen Rückstand wurde getrocknet und wie in *A* gewogen. Der Unterschied zwischen dem gegenwärtigen Rückstand und dem in *A* liegt hauptsächlich darin, dafs ersterer vollständiger ausgetrocknet war. Der Gehalt an festen Stoffen auf 1000 Th. Wasser beträgt hier 0,212 Th.

Bei dieser Analyse wurde in den Krug, nachdem das Wasser ausgegossen war, Salzsäure geschüttet und langsam in demselben auf allen Seiten herumgeführt, diese Operation innerhalb 24 Stunden mehrmals wiederholt, darauf die Lösung ausgegossen und der Krug mit destillirtem Wasser ausgespült. Die dann noch an der Wandung sitzende Kieselerde wurde mit Wasser und einer langen Schwanfeder herausgeschafft, so weit diefs geschehen konnte und so lange das eingegossene Wasser sich noch trübe erwies. Von dem geschwärzten Pfropfen wurde der schwarze Theil mit Salzsäure ausgezogen und das Eisenoxyd daraus gefällt. Alles diefs ist mit in das oben angegebene Gewicht des Wasser-Rückstandes aufgenommen. Hiebei entstanden zwei Fehler, die erst durch die

Analyse entdeckt wurden, die aber, der Quantität nach, einander aufheben. Ich erhielt nämlich zu viel Eisenoxyd und zu wenig kohlensauren Kalk. Der erste Fehler rührt davon her, dafs in allen Selterwasserkrügen aus dem früher darin gewesenen Selterwasser eine Portion Eisenoxyd festsitzt, welche nicht mechanisch herausgeschafft werden kann, welche aber von der Salzsäure zugleich mit dem aus dem Porlawasser abgesetzten Oxyd gelöst wird. Der Verlust an Kalk wurde erst bei der Analyse *c* entdeckt, wo es sich fand, dafs die Salzsäure aus dem Pfropfen neben dem Eisenoxyd auch Kalk ausgezogen hatte, welcher vermuthlich durch den Gerbstoff des Korks darauf abgesetzt worden war.

a) Der Rückstand von dem eingekochten Wasser, mit kaltem Wasser ausgelaugt, hinterliefs 0,4525 einer braunen extractähnlichen Masse, welche, vor dem Wägen, bei 100° C. in wasserfreier Luft getrocknet worden. Das in kaltem Wasser Unlösliche wurde mit Wasser ausgekocht, wobei ein theils erdiger, theils extractähnlicher Rückstand übrig blieb, welcher, auf gleiche Weise wie der frühere, getrocknet, 0,114 Grm., mit ihm zusammen also 0,5665 Grm. wog.

Jede dieser Portionen wurde für sich bei einer ganz gelinden Hitze verbrannt, um die Quellsäuren zu zerstören, und darauf zuerst mit Wasser und sodann mit Salzsäure behandelt.

Von der Asche des mit kaltem Wasser Ausgezogenen löste Wasser das Meiste. Die Lösung wurde mit Salpetersäure übersättigt und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, wodurch 0,23 Grm. Chlorsilber, und, durch Behandlung des Uebrigen wie in *A*, 0,2125 Grm. gelinde geglühten Chlorcalciums erhalten wurden. Als letzteres wieder in Wasser gelöst wurde, hinterliefs es 0,0055 Grm. Talkerde, so dafs also das Gewicht des Chlor-Alkaliums nur 0,207 ausmachte. Davon wurden 0,985 Grm. Chlorplatinkalium erhalten.

Die mit Wasser ausgelaugte Kohle wurde verbrannt, wobei sie eine weifse Erde hinterliefs, die zugleich mit der folgenden Asche behandelt wurde.

Die Asche von dem im siedendheifsen Wasser Löslichen trat nichts an's Wasser ab; daher wurde sie, nebst dem im Wasser unlöslichen Rückstand von dem Vorhergehenden, in Salzsäure gelöst, die Lösung abgedunstet, um die Kieselerde unlöslich zu machen, und die Masse darauf mit Wasser, dem ein wenig Salzsäure zugesetzt war, übergossen. Die ungelöste Kieselerde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen und geglüht, wog 0,088.

b) Die Lösung in dem säuerlichen Wasser wurde mit ätzendem Ammoniak gefällt; es schied sich ein geringer, weifser, auf dem Filtrum gelb werdender Niederschlag ab, welcher geglüht 0,002 Grm. wog. Dieser war ein Gemenge von Eisenoxyd und Thonerde, worin vor dem Löthrohr keine Spur von Phosphorsäure entdeckt werden konnte, und welches zeigte, dafs unter dem vom Wasser wieder Aufgenommenen eine geringe Portion quellsauren Eisenoxyds und quellsaurer Thonerde enthalten war.

c) Die filtrirte Flüssigkeit von *b* gab mit oxalsaurem Ammoniak oxalsauren Kalk, welcher, in kohlensauren verwandelt, 0,069 Grm. wog. Aus der zurückgebliebenen Flüssigkeit konnte durch kohlensaures Kali, in kleinem Ueberschufs angewandt, und nach Eintrocknung der Flüssigkeit im Wasserbade nur 0,002 Grm. Talkerde erhalten werden.

Wir wollen nun eine Zusammenstellung der Analyse von dem im Wasser wieder löslichen Theil des Rückstandes vom Wasser machen. 0,23 Grm. Chlorsilber entsprechen 0,05665 Grm. Chlor; 0,0986 Grm. Chlorplatinkalium entsprechen 0,0301 Grm. Chlorkalium, dessen Chlorgehalt ist 0,0143. Es bleiben folglich 0,04243 Grm. Chlor zurück, welche mit Natrium zu 0,0703 Grm. Chlornatrium verbunden waren; zusammen waren also 0,1004 Grm. Chlor-

Chlor-Alkalium. Zieht man diese von 0,207 (in *A*: 0,203), dem bei der Analyse erhaltenen Chlor-Alkalium ab, so bleiben 0,1066 Chlornatrium, entsprechend 0,0568 Grm. Natron, die mit Quellsäure verbunden waren. — Der erhaltene kohlensaure Kalk 0,069 entspricht 0,03884 Grm. Kalkerde. Diese Aufstellung giebt:

Chlorkalium	0,0301
Chlornatrium	0,0703
Natron	0,0568
Kalkerde	0,0388
Talkerde	0,0020
Thonerde und Eisenoxyd	0,0020
Kieselerde	0,0880
Quellsäuren, Wasser und Verlust	0,2785
	0,5665.

d) Die im Wasser unlösliche Masse wurde ganz wie in *A* angeführt ist behandelt, und gab:

Eisenoxyd, gefällt mit bernsteinsaurem Ammoniak, 0,269 Grm., ausgezogen mit Salzsäure aus den Pfropfen und Krügen 0,081, zusammen 0,35; ätzendes Kali zog daraus 0,0125 Grm. phosphorsaure Thonerde, wornach also für Eisenoxyd übrig bleibt 0,3375, was die in *A* gefundene Menge um 0,0515 übersteigt. Dieser Ueberschufs rührt von dem her, was vom Selterwasser in den Krügen sitzen geblieben war.

Kohlensaurer Kalk 0,4405; Talkerde 0,0504; Manganoxyd 0,018; Kieselerde 0,2635, welche mit dem vom Wasser ausgezogenen 0,88 ausmachen 0,3517.

Um die Menge der in dieser Masse enthaltenen Quellsäuren näher zu bestimmen, trocknete ich den gröfseren Theil derselben bei $+100^{\circ}$ in wasserfreier Luft und wägte sie, ehe sie zerlegt wurde. Berechnet nach dem Verlust, welcher sich nach Addition der unorganischen Stoffe ergab, betrug der Gehalt des gesammten Rückstandes an Quellsäure 0,187.

Das zusammengelegte Resultat macht:

Eisenoxyd	0,3375
Kohlensaurer Kalk	0,4405
Talkerde	0,0502
Kieselerde	0,2635
Phosphorsaure Thonerde	0,0125
Manganoxyd	0,0180
Quellsäuren	0,1868
	1,3090
In Wasser Lösliches	0,5665
	1,8755.

C. Analyse des auf Weinflaschen abgezogenen Wassers.

Die Flaschen waren in liegender Stellung, zehn Wochen lang in einem Keller verwahrt worden.

Sieben Weinflaschen voll, welche gerade 10 Maafsflaschen oder 6,3266 Liter ausmachten, wurden auf einmal aufgekocht in zwei Schalen von ächtem Porcellan, mit aufgelegten Deckeln von demselben Material, um das Umherspritzen zu vermeiden. Das Wasser wurde zwei Stunden lang gekocht, dann erkalten gelassen und durch ein gewogenes Filtrum filtrirt. Auf diesem sammelte sich eine dunkelbraune, Eisenoxydhydrat-ähnliche Masse, welche, nach dem Trocknen bei 100° C. in wasserfreier Luft, 0,439 Grm. wog.

Es war meine Absicht, auf diese Weise die kohlensauren Erdsalze von den quellsauren zu trennen; da ich aber fürchtete, es möchten sich durch das Kochen noch nicht alle kohlensauren Erden abgeschieden haben, zumal ich sonst bei Analysen von Wässern gefunden, dafs die kohlensaure Talkerde sich beim Kochen erst spät niederschlägt, so setzte ich die Abdunstung in einer der Schalen fort, bis nur ein Sechstel des ursprünglichen Volums vom Wasser übrig blieb; dann legte ich den Deckel auf und erhitzte das Wasser bis zum vollen Sieden, worin

ich es noch eine Viertelstunde lang erhielt. Während dieser Behandlung hatte sich wirklich ein neuer Niederschlag gebildet, welcher bräunlichgrau und feinkörnig war, und manganhaltigem kohlensauren Kalke glich. Dieser wog 0,146 Grm.

Ich stellte mir nun vor, dafs das Wasser keine bemerkenswerthe Menge von kohlensauren Salzen mehr enthielte, und verdunstete es daher in einem Platingefäfs über dem Wasserbade bis zur Trockne, und verbrannte die getrocknete Masse zur vollständigen Zerstörung der Quellsäure. Bei dem Abdunsten wurde bemerkt, dafs die Flüssigkeit, wenn sie einen gewissen Grad von Concentration erlangt hatte, auf die Oberfläche einen grauweifsen Schaum von Kieselerde absetzte; das Wasser hatte also nun seinen vollständigen Sättigungspunkt erreicht und die Kieselerde wurde unlöslich in dem Maafse als sich das Lösemittel verminderte.

Die gebrannte Masse wurde mit Salzsäure übergossen, im Wasserbade auf's Neue zur Trockne verdunstet, und dann übergossen erst mit etwas concentrirter Salzsäure und hernach mit Wasser. Dabei blieb Kieselerde zurück, welche von Kohle grau war, beim Brennen aber fast weifs wurde und dann 0,169 Grm. wog.

Die saure Flüssigkeit gab mit ätzendem Ammoniak eine geringe Spur von Eisenoxyd, worin sich keine Thonerde auffinden liefs.

Oxalsaures Ammoniak fällte Kalk, welcher, in Gyps verwandelt, noch glühend 0,261 Grm. wog, entsprechend 0,1084 Grm. Kalkerde. Weder Manganoxyd noch Strontian konnte darin entdeckt werden.

Aus der übriggebliebenen Flüssigkeit wurde die Talkerde durch basisch phosphorsaures Ammoniak gefällt. Die geglühte phosphorsaure Talkerde wog 0,0171 Grm., entsprechend 0,0063 Grm. Talkerde.

Die filtrirte Flüssigkeit wurde nun mit kohlensaurem Natron versetzt und zur Trockne verdunstet. Bei Auf-

Menge der trocknen Masse in der kleinst möglichen M
Wasser zeigte sich kein Rückstand von phosphorsa
Natron-Lithion. Lithion macht also keinen Bestan
dieses Wassers aus.

Durch das veränderte Verfahren bei der An
wurde nun in Bezug auf das in Wasser lösliche l
salz, das ich mich berechtigt hielt für ein quellsaur
halten, ein sehr abweichendes Resultat erhalten; dem
Menge desselben betrug hier fast drei Mal so viel al
der Analyse *B*. Dagegen wurde bei der Analyse (
Bestimmung der alkalischen Salze unterlassen, da d
Menge mit ziemlicher Sicherheit aus dem Vorherge
den bekannt war.

Der im Wasser unlösliche Theil vom Rückstand
Porlawassers bestand aus drei Portionen, nämlich 1)
dem beim Kochen und Abdunsten Niedergefallenen, 2)
dem, was sich während der Aufbewahrung des Wasse
den Flaschen auf deren Innenseite abgesetzt hatte,
3) aus dem auf die Pfropfen Abgelagerten.

Auf diesen letzteren fand sich 0,009 Grm. Eisen(
und 0,0177 Grm. kohlensaurer Kalk, auf der Innen
der Flaschen dagegen 0,015 Grm. Eisenoxyd und
Spur von kohlensaurem Kalk, welche nicht beson
gewägt werden konnte.

Alle diese Niederschläge wurden den beiden l
Kochen und Abdunsten entstandenen hinzugefügt, und
Gemenge auf die unter *A* erwähnte Weise analysirt,
der Abweichung jedoch, dafs die Talkerde endlich
basisch phosphorsaurem Ammoniak abgeschieden wu
Auf diese Weise wurden erhalten:

Eisenoxyd	0,2080
Kohlensaurer Kalk	0,2022
Talkerde	0,0224
Phosphorsaure Thonerde	0,0070
Kieselerde	0,0840
	0,5236.

Die Menge der Quellsäuren in dem ersten, durch Aufkochung des Wassers erhaltenen Niederschlag, der 0,439 wog, wurde durch den bei der Analyse stattfindenden Verlust, welcher 0,105 betrug, bestimmt. Sie war darin vereinigt mit 0,184 Eisenoxyd.

In dem während des Kochens gebildeten Absatz und in dem auf die Pfropfen und die Innenseite der Flaschen Abgelagerten konnte die Menge dieser Säuren nicht mit Sicherheit bestimmt werden.

Die Kieselerde, welche bei der Analyse *C* in zwei Abtheilungen erhalten worden war, wurde mit kohlensaurem Kali gebrannt, und, nach den gewöhnlichen Vorschriften, mit Salzsäure und Ammoniak behandelt. Dadurch wurden 0,0035 eines blafsgelben Niederschlags erhalten, der Phosphorsäure und Eisenoxyd enthielt, und dessen blässere Farbe auf den Gehalt einer geringen Spur von phosphorsaurem Kalk schliefsen liefs, weil der Niederschlag bei Behandlung im feuchten Zustande mit ätzendem Kali sich nicht verminderte, was doch geschehen seyn müfste, wenn er Thonerde enthalten hätte. Der gesammte Kieselerde-Gehalt wird also 0,2495.

Wir wollen nun, um die Resultate dieser drei Analysen ganz vergleichbar zu machen, Alles auf das Volum von 1000 Gewichtstheilen reinen destillirten Wassers reduciren. In Gewichtstheilen sind dann enthalten:

Aufgelöste feste Stoffe, nach Analyse *A* 0,214, nach Analyse *B* 0,212.

Eisenoxyd nach *A* 0,03288, nach *C* 0,03241, Mittelzahl 0,03265, entsprechend 0,04776 kohlensauren Eisenoxyduls oder nahe 1 auf 2000. *Manganoxyd* in *A* 0,0002 und in *B* 0,000203.

Kieselerde in *A* 0,03892, in *B* 0,03898 und in *C* 0,03896; letzterer Betrag kann als Mittelzahl angenommen werden.

Kalk in *A* 0,03583, in *C* 0,03513, Mittelzahl 0,03548.

Talkerde in *A* 0,00598, in *B* 0,00565, in *C* 0,00454.

Da bei der letzteren Analyse eine schlechtere Methode zur Abscheidung der Talkerde angewandt wurde, so kann deren Resultat als fehlerhaft angesehen werden. Die Mittelzahl ist also 0,00581.

Phosphorsaure Thonerde, mit Eisenoxyd verunreinigt, in *A* 0,00010, in *B* 0,000112 und in *C* 0,00011. Es ist nicht damit gesagt, dafs dieser Bestandtheil sich in dem Wasser finde; dasselbe kann phosphorsauren Kalk und quellsaure Thonerde enthalten. Es ist die Analyse, welche die Phosphorsäure von einer Base auf die andere versetzt.

Was die alkalischen Salze betrifft, so bin ich nur der Analyse *B* gefolgt, mit welcher *A* nahe übereinstimmt; da aber bei der letzteren Analyse eine Einmengung anderer Reagenzien dem Versuch zur Bestimmung der Menge der Salze voranging, so kann deren Resultat das von *B* nicht im Mindesten verändern. In *C* wurden sie aus angeführtem Grunde nicht bestimmt.

Chlorkalium 0,003398; *Chlornatrium* 0,007937; *Natron* vereinigt mit Quellsäure 0,006413.

Ehe ich zur Bestimmung der organischen Bestandtheile übergehe will ich einige Worte über das Verhalten der mineralischen sagen. Wir haben gesehen, dafs von 0,203 bis 0,207 Th. Chlor-Alkalium, welche aus den in einer gegebenen Portion Wasser befindlichen Salzen mit alkalischer Basis erhalten wurden, 0,1004 zuvor im Wasser enthaltenes Chlor-Alkalium waren, 0,1060 aber der Basis entsprachen, welche mit der Quellsäure verbunden war. Diese Mengen sind einander fast gleich. Indefs enthält die erste alles Kali, und müfste folglich, falls eine volle chemische Gleichheit zwischen ihnen stattfände, etwas höher ausgefallen seyn als die letztere, welche es dagegen in dem Resultate des Versuches ist.

Auf gleiche Weise finden wir bei der Analyse *C*, dafs 1000 Th. Wasser, nachdem sie bis auf ein Sechstel ihres Volums eingekocht worden, 0,01713 Th. Kalk zurückhalten, und dafs der gesammte Kalkgehalt 0,03513

ist. Es ist also fast genau die eine Hälfte ausgefällt und die andere gelöst geblieben.

Das Merkwürdigste aber scheint mir noch zu seyn, dafs der Sauerstoff in dem gesammten Kalksalz gleich ist dem Sauerstoff im Eisenoxyd, was voraussetzt, dafs das Wasser 3 Atome Kalk gegen 2 Atome Eisenoxydul enthält. Ferner enthält die Kieselerde doppelt so viel Sauerstoff als jeder von den oben genannten Körpern. Der Sauerstoff des Natrons ist ein Sechstel von der der Kalkerde. Der Sauerstoff der Talkerde dagegen stimmt damit nicht; er liegt zwischen einem Viertel und einem Fünftel von dem der Kalkerde.

In der Analyse *C* fällten sich bei Aufkochung des Wassers mit den abgeschiedenen Bestandtheilen 0,084 Grm. Kieselerde. Im Wasser blieb aufgelöst 0,169 oder die doppelte Portion.

Obgleich, nach dem, was ich bereits bei der Analyse des Carlsbader Wassers gezeigt habe *), sicher kein Grund zu der Annahme da ist, dafs die Verhältnisse zwischen den im Wasser aufgelösten Stoffen nothwendig von chemischen Proportionen bedingt werden müssen, so *kann* diefs doch zuweilen wirklich der Fall seyn, aus dem Grunde, dafs Mineralkörper, die nach diesen Proportionen zusammengesetzt sind, aufgelöst werden; und man wird aus den relativen Mengen der in dem Wasser enthaltenen Stoffe auf die Art dieser Mineralkörper schliefsen können. Jedenfalls ist diefs ein Verhalten, dafs, so oft es sich einstellt, beachtet zu werden verdient.

Ich will versuchen die Aufmerksamkeit noch auf einen anderen Punkt zu lenken. Wir haben gesehen, dafs das in dem Porlawasser vorkommende Alkali durch eine organische Säure gesättigt ist. Dessen ungeachtet enthält das Wasser eine höchst bedeutende Menge Kieselerde, in der löslichen isomeren Modification, in die sie durch den Einflufs von kohlensaurem Kali versetzt wird. Die-

*) *K. Vetensk. Acad. Handl.* 1822, *p.* 171 (Ann. Bd. LXXIV S. 157).

ser Umstand könnte die Vermuthung erregen, dafs da, wo das Wasser seine mineralischen Bestandtheile empfing, das Alkali sich noch in kohlensaurem Zustand befand, und dafs das Wasser erst später mit den organischen Bestandtheilen versehen wurde. Wir werden weiterhin noch einmal auf diese Betrachtung zurückkommen.

Wir schreiten nun zu den Bestandtheilen, welche Producte zerstörter organischer Körper sind. Ich habe gesagt, dafs die Quellsäuren Stickstoff enthalten. Es ist nicht wahrscheinlich, dafs sie unzerstörbar im Wasser seyen. Ich habe vielmehr auf Seite 8 in der Note erwähnt, dafs sie allmälig im Wasser zerstört werden; ihr Stickstoffgehalt kann gewifs zum Theil in Gasgestalt entweichen, allein am wahrscheinlichsten ist, dafs er zur Bildung von Ammoniak Veranlassung giebt. Findet sich dieses im Wasser, so wird man dasselbe vergebens unter den Producten des Eingekochten suchen, denn der kohlensaure Kalk hat es dann längst zuvor ausgejagt.

Gestützt auf diese Ansicht, destillirte ich in einer Retorte zwei Mefsflaschen (=1235,32 Grm.) Porlawasser bis auf ein Drittel ab. Das Wasser wurde mit einer Vorlage aufgefangen, in die ich etwas Salzsäure gethan hatte. Beim ersten Versuch, der nur als Reactionsprobe dienen sollte, war die Vorlage nur lose angelegt. Das im Wasserbade übergezogene Destillat hinterliefs 0,0306 Grm. eines Salzes, welches sich leicht sublimiren liefs und mit ätzendem Kali reichlich Ammoniakgas ausgab. Es wurde ein neuer Versuch angestellt, mit einer gleichen Menge Wasser, aber mit angekitteter tubulirter Vorlage, aus deren Tubulus ein gebogenes, langes und dünnes Glasrohr in eine Flasche hineinging. Sowohl in der Vorlage wie in der Flasche war Salzsäure. Vom Wasser wurde ein Drittel abdestillirt. Das Destillat wurde im Wasserbade in einem gewogenen Platintiegel abgedunstet und der Rückstand zuletzt völlig ausgetrocknet, wäh-

rend ein Deckel aufgelegt war, um eine geringe Sublimation des Salmiaks vom Boden aus zu verhindern.

Der Tiegel wurde gewägt und darauf der Salmiak verjagt. Der Gewichtsverlust des Tiegels gab die Menge des Salmiaks. Ohne diese Vorsichtsmafsregel stellt sich leicht der Fehler ein, dafs Theile, welche, was man bei Destillationen in Glasretorten selten vollständig verhindern kann, mechanisch mit in das Destillat übergerissen werden, das Gewicht des Salmiaks vermehren. In dem hier angeführten Fall wurden 0,0316 Grm. Salmiak und 0,005 Grm. nicht flüchtigen Rückstands erhalten.

Darauf wurden in das Wasser in der Retorte einige Tropfen kohlensauren Natrons geschüttet, und die Destillation fortgesetzt, bis noch ein Drittel übergegangen war. Dabei wurden erhalten 0,0016 Sulmiak und 0,004 nicht flüchtigen Rückstands. Die letzte Salmiakportion ist eher als eine, nach dem Ausgiefsen der ersten Portion, in der Flasche, der Röhre und der Vorlage zurückgebliebene anzusehen, wie als eine durch Hülfe des Alkali's bei der letzten Destillation ausgetriebene, dient aber doch als Beweis, dafs der Gehalt des Wassers an kohlensaurem Kalk vollkommen zur Austreibung des Ammoniaks hinreicht.

Hier wurden also 0,0332 Grm. Salmiak, entsprechend 0,010634 Ammoniak, von der angewandten Menge, oder 0,0086083 von 1000 Theilen Wasser erhalten. Das Wasser enthält also mehr Ammoniak als Natron, beinahe auf 1 Atom Natron $2\frac{1}{2}$ Atome Ammoniak, welcher Menge die Zahl 0,0088 genau entsprechen würde. Indefs ist diese Uebereinstimmung vielleicht ganz zufällig.

Die Gegenwart des Ammoniaks im Wasser widerlegt vollkommen jeden Gedanken an dem Vorhandenseyn von quellsaurem Kalk und quellsaurem Eisenoxydul anders als nach der theoretischen Vertheilung aller Basen unter alle Säuren in einer Lösung, von der hier aber nicht die Rede seyn kann. Es ist also klar, dafs der Kalk,

beim Einkochen des Wassers, das Ammoniak aus seiner Verbindung mit Quellsäure verjagt, und dafs die eingedunstete Masse ein Salz enthält, welches sich nicht im Wasser befindet.

Indefs ist, wie wir weiterhin sehen werden, die Sättigungscapacität der Quellsäure zu gering, als dafs sie allem Alkali und Kalk, welche in dem bis zu einem Sechstel eingekochten Wasser gefunden werden, entsprechen könnte. Wodurch ist dieser Kalk aufgelöst? Wohl ist bekannt, dafs der kohlensaure Kalk nicht so durchaus unlöslich in Wasser ist, dafs nicht nach der Zersetzung des doppelt-kohlensauren Salzes durch Sieden noch eine Spur davon aufgelöst bleiben könnte, aber solche Quantitäten, wie bei der Analyse *C* gefunden wurden, bleiben nicht gelöst.

Um hierüber nähere Kenntnifs zu erlangen, wandte ich das Wasser an, von welchem das Ammoniak ohne Zusatz von Alkali abdestillirt worden war. Aus der filtrirten Flüssigkeit, welche noch zwei Drittel vom ursprünglichen Volum des Wassers einnahm, fällte ich allen Kalk durch oxalsaures Ammoniak, und erhielt dadurch so viel Kalk, dafs er 0,089 Gyps gab; mithin hatte sich hier nur ein sehr geringer Theil des Kalks mit dem Eisenoxyde niedergeschlagen. Die Flüssigkeit wurde filtrirt, Chlorcalcium hinzugesetzt, etwas mehr als zur Fällung der überschüssigen Oxalsäure nöthig war, darauf so viel kohlensaures Natron eingeschüttet, dafs die Flüssigkeit deutlich auf geröthetes Lackmuspapier wirkte, und dann wieder filtrirt. Sie enthielt nun kohlensaures Ammoniak von dem Ammoniak des oxalsauren Salzes. Es wurde jetzt in einem offenen Gefäfs bis auf die Hälfte eingekocht. Es entstand kein Niederschlag. Die Flüssigkeit war ganz neutral und wurde von Oxalsäure stark gefällt. Nun wurde der Flüssigkeit so viel kohlensaures Natron hinzugesetzt, dafs dieselbe wieder alkalisch wurde, und sie abermals gekocht. Es entstand wieder kein Niederschlag;

die alkalische Reaction war nach beendigtem Kochen schwach, aber deutlich. Das Wasser hatte seinen Kalkgehalt, welcher mit Oxalsäure gefällt werden konnte, behalten. Es ist also klar, dafs quellsaures Natron und quellsaurer Kalk das Vermögen besitzen, nicht nur eine gewisse Menge kohlensauren Kalks aufzulösen, sondern auch eine vielleicht gröfsere Quantität desselben vor der Fällung durch Fortkochen der Kohlensäure zu schützen *). Das Angeführte beweist, dafs der gesammte Kalkgehalt des Porlawassers am richtigsten als kohlensaurer berechnet wird.

Wir kommen nun zu dem schwierigsten Theil der Untersuchung, dem Versuch, die Menge der Quellsäuren in dem Wasser zu bestimmen. Zwar scheint dieſs nicht schwierig zu seyn, da man die Gröfse des vom Wasser hinterlassenen Rückstandes und die Summe der unorganischen Bestandtheile kennt, die Menge der Quellsäure also durch eine einfache Subtraction findet; allein aufser dafs in deren Verbindungen, wie sie nach der Einkochung des Wassers gewogen werden, chemisch gebundenes, durch Trocknen bei 100° C. nicht entweichendes Wasser enthalten seyn kann, geschieht es auch noch, dafs in dem Rückstand ein Theil des Kalks kohlensaurer und ein anderer Theil quellsaurer ist, und sich nicht mit Sicherheit die Menge eines jedem bestimmen läfst. Ich habe versucht, das Atomengewicht oder die Sättigungscapacität der Quellsäure zu bestimmen. Ich fand dabei, dafs deren Atomengewicht etwa 1333,4 beträgt. Wenn man nun den bei der Analyse *B* als Quellsäure angesehenen Verlust mit der durch Wasser aus der eingetrockneten Masse ausgezogenen gemeinschaftlichen Menge von Kalk

*) Ich mufs hiebei erinnern, dafs, als ich in der Analyse *A* (*d*) dem in Wasser unlöslichen Theil des Rückstandes Ammoniak hinzusetzte, Quellsäure ausgezogen wurde, zugleich aber auch eine Portion Talkerde, eine gröfsere als ohne Anwendung von Ammoniak aufgelöst gefunden wurde.

und Natron vergleicht, so findet man die Menge der Quellsäure unzulänglich zur Sättigung derselben, und es hat, nach deren Sättigungscapacität berechnet, das Ansehen, wie wenn der ganze Natrongehalt und der halbe Kalkgehalt von der gefundenen Menge der Quellsäure gesättigt würde. Die andere Hälfte des letzteren wäre dann mit ihr als kohlensaurer Kalk verbunden. Allein es findet sich auch Quellsäure in dem durch das Kochen gefällten Eisenoxyd, dessen Menge approximativ bestimmt werden konnte. In der Analyse *B* waren 0,269 Eisenoxyd vereinigt mit 0,1868 Quellsäure, was 2 At. Eisenoxyd mit 1 At. Quellsäure ist; in der Analyse *C* dagegen waren 0,184 Grm. Eisenoxyd mit 0,105 Grm. Quellsäure verbunden; dieſs wäre etwas weniger, und hätte den Quellsäuregehalt zu 0,125 vorausgesetzt.

Wenn die Körper, welche die Quellsäure, in der eingetrockneten Masse, unter sich theilen, nämlich Natron, Kalk und Eisenoxyd, im Wasser in bestimmten Atomverhältnissen zugegen sind, so läſst sich auch vermuthen, daſs die beiden Portionen von Quellsäuren, welche, die eine in löslichen Salzen, die andere im Eisenoxyd, gefunden werden, in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen, und wirklich tritt bei der Analyse *B* der Fall ein, daſs die erste dieser Portionen 0,2785 und die andere 0,1868 ausmacht, sie also sich wie 3 : 2 verhalten. Nimmt man an, diese beiden Portionen seyen in dem angegebenen Gewichte in 8,857 Grm. Wasser gefunden, so sind in 1000 Th. Wasser 0,052535 Th. Quellsäuren enthalten.

Wir können versuchen diese Bestimmung zu controliren; dabei müssen wir aber annehmen, daſs die Menge der Quellsäuren in dem in Wasser wieder löslichen Theil vom Rückstand des eingedampften Porlawassers, gemäſs der Analyse *B*, anderthalb Mal so viel betrage als zur Sättigung des in diesem Theil befindlichen Natrons erfordert wird, daſs das Eisenoxyd sich zu 2 Atomen mit 1

Atome Quellsäure niederschlage, und dafs das Atom der Quellsäure 1333,4 wiege. Ich vernachlässige in dieser Berechnung die Quellsatzsäure, ungeachtet deren Atom etwas schwerer ist, weil die Menge dieser Säure nur einen geringeren Theil ausmacht. Dann ist klar, dafs in dem eingekochten Rückstand ein Zwölftel des Kalks als quellsaurer Kalk, die übrigen elf Zwölftel aber als kohlensaurer vorhanden sind. Die Talkerde ist als Magnesia alba anzunehmen, und deren Gehalt an Wasser und Kohlensäure also hinzuzulegen.

Wir erhalten dann für 1000 Th. Wasser folgende Aufstellung:

Chlorkalium	0,003398
Chlornatrium	0,007937
Natron	0,006413
Kalk	0,035480
Kohlensäure zur Sättigung von $\frac{11}{12}$ des Kalks	0,025252
Talkerde	0,005810
Kohlensäure und Wasser, mit ihr vereinigt	0,007175
Phosphorsaure Thonerde	0,000110
Eisenoxyd	0,032650
Manganoxyd	0,000203
Kieselerde	0,038960
	0,163388
Quellsäuren, nach obigem Grundsatz berechnet	0,054485
	0,217873.

Da dieſs nur 0,003943 mehr ist, als was in dem Rückstand der Verdampfung von 1000 Th. Wasser gefunden wurde, so kann der Fehler in diesem Gehalt nicht groſs seyn. Man kann es als ausgemacht ansehen, dafs der Gehalt an diesen Säuren unmöglich gröſser als der eben angeführte seyn kann; dagegen kann er kleiner seyn durch chemisch gebundenes Wasser in den Verbindungen, deren Quellsäuren bei der Analyse durch Verbrennung zerstört wurden. Ich muſs hinzufügen, dafs dieſs wenig-

stens für die Eisenverbindung wahrscheinlich ist; allein für jetzt mangeln mir gänzlich alle Hülfsmittel, um über die Menge dieser Säuren in dem Wasser zu einer genaueren Kenntnifs zu gelangen.

Was die relative Menge der Quellsäure und der Quellsatz-Säure betrifft, so läfst sich auch diese nicht mit Sicherheit bestimmen; allein in dem Wasser wird eine geringere Menge Quellsatz-Säure aufgefunden als in dem eingekochten Rückstand desselben. Dafs sie sich jedoch auch in dem Wasser befindet, zeigt folgender Versuch. Wenn man frisches Porlawasser, welches folglich sein Eisensalz noch enthält, mit essigsaurem Bleioxyd in einer Flasche vermischt, letztere füllt und wohl zupfropft, so erhält man einen ziemlich reichlichen Niederschlag, ein Gemenge von kohlensaurem, quellsaurem und quellsatzsaurem Bleioxyd. Dieser Niederschlag, gesammelt, hat einen schwachen Stich in's Graue, und man würde keine Quellsatz-Säure darin vermuthen; wenn man aber, nachdem die Flüssigkeit sich geklärt hat, das Wasser abgiefst und zu dem Rückstand wenige Tropfen verdünnter Essigsäure setzt, so löst sich Alles bis auf das quellsatz-saure Bleioxyd, welches mit brauner Farbe zurückbleibt. Diese Menge ist jedoch ein höchst geringer Theil von dem, was sich auflöst, zum Beweise, dafs die Menge der Quellsatz-Säure unbedeutend ist gegen die der Quellsäure. Als ich versuchte, die Menge des Niederschlags zur Bestimmung der absoluten Menge der Quellsatz-Säure anzuwenden, erhielt ich keine genügenden Resultate; denn der Bleiniederschlag enthielt sehr viel Kieselerde. Bei Anstellung eines ähnlichen Versuchs mit essigsaurem Kupferoxyd ergab sich der in Essigsäure unlösliche Niederschlag als ein Gemenge von quellsatz-saurem Kupferoxyd und quellsatz-saurem Eisenoxyd, dessen Menge bei den mir zu Gebote stehenden Wassermengen für eine Analyse immer zu gering war.

In dem Vorhergehenden haben wir gesehen, dafs der

Niederschlag mit essigsaurem Kupferoxyd, welchen man aus dem in Wasser löslichen Theil vom Rückstand des Porlawassers (Anal. *A*, Abschn. *c*) bekommt, Quellsäure und Quellsatz-Säure in dem Verhältnifs 13,2:3 enthält, folglich die erste in etwa $4\frac{1}{2}$facher Menge als die letztere. Diefs Verhältnifs von Quellsatz-Säure ist in dem Wasser selbst, wie oben gesagt, noch geringer, weil die quellsauren Salze sich beim Abdampfen allmälig theilweise in quellsatz-saure verwandeln.

Ich werde nun, mit voller Ueberzeugung von der Unvollkommenheit der Mengenbestimmung organischer oder brennbarer Bestandtheile des Wassers, eine Aufstellung der im Wasser gelösten Stoffe zu machen versuchen und dabei 100,000 Th. Wasser zum Grunde legen, um nicht gar zu kleine Decimalbrüche zu bekommen. Diese 100,000 sind eigentlich zu betrachten als das Volum von 100,000 Gewichtstheilen Wasser bei 18° C., in welchem die aufgestellten Gewichtsmengen der aufgelösten Stoffe vorkommen. Ich nehme bei dieser Betrachtung das Eisen als doppelt-kohlensaures Eisenoxydul an; diefs ist eine nothwendige Folge davon, dafs die Menge der Quellsäure unzulänglich ist für die Sättigung des Natrons und Ammoniaks. Ferner habe ich die kohlensauren Salze als doppelt-kohlensaure bestimmt, weil sie als solche in dem Wasser vorkommen.

Chlorkalium	0,3398
Chlornatrium	0,7937
Natron, verbunden mit Quellsäure	0,6413
Ammoniak, verbunden theils mit Quellsäure, theils mit Kohlensäure	0,8608
Doppelt-kohlensaurer Kalk	9,0578
Doppelt-kohlensaure Talkerde	1.9103
Doppelt-kohlensaures Manganoxydul	0,0307
Doppelt-kohlensaures Eisenoxydul	6,6109
Phosphorsaure Thonerde	0,0110
Kieselerde	3,8960
Quellsäuren	5,2535
	29,4058.

In dieser Zahl fehlt noch die Menge der Kohlensäure, welche in dem doppelt-kohlensauren Ammoniak enthalten ist. So lange die Menge der Quellsäure nicht genau bekannt ist, kann auch nicht bestimmt werden, wie viel von dem Ammoniak als kohlensaures zugegen ist. Wäre die angeführte Zahl 5,2535 richtig, so liefse sich diese Menge auf folgende Weise berechnen: 0,6413 Natron gesättigt von 2,1877 Quellsäure; es bleiben also 3,0658 übrig, welche mit 0,4931 Ammoniak verbunden waren. Der Rückstand des letzteren, 0,3677 wäre dann kohlensaures Ammoniak. Nach dieser Rechnung, welche jedoch höchst provisorisch ist, würde das Wasser enthalten: 2,829 quellsaures Natron, 3,5589 quellsaures Ammoniak und 1,3156 doppelt-kohlensaures Ammoniak.

Vergleichen wir den Eisengehalt des Porlawassers mit dem fremder Eisenwässer, so finden wir, dafs diefs Wasser eben so gut ist wie mehre, die uns vom Auslande zugeführt werden. Die gewöhnlichsten unter diesen sind das Pyrmonter und das Spaa-Wasser; allein deren Analysen datiren sich aus einer Zeit, wo man noch keine Methode zur ganz genauen Bestimmung der Menge des Eisenoxyds kannte, und der in diesen Analysen angegebene Eisengehalt steigt weit über die Wirklichkeit. Mit ihnen ist also kein Vergleich anzustellen. Wählen wir dagegen die Wässer der Marienbader Ferdinandsquelle, von Eger und Königswart, die ich selbst analysirt habe, und deren Eisengehalt eben so genau bestimmt ist wie hier, so finden wir, wenn wir den Eisengehalt als einfach-kohlensaures Eisenoxydul berechnen, wie er bei den Analysen jener Wässer berechnet worden ist*), im Porlawasser: 4,7761 Theile neutralen kohlensauren Eisenoxyduls, im Franzensbrunnen bei Eger 3,06, in der Ferdinandsquelle zu Marienbad 5,2, in der Königswarter Trinkquelle 5,61, Kö-

*) *K. Vetensk, Acad. Handl.* 1822, *p.* 24; 1825, *p.* 133 und 139. (Annal. Bd. LXXIV S. 149, und Bd. LXXX S. 262, 265, 269 und 272.)

Königswarter Badequelle 4,16. Es ist folglich eisenhaltiger als das Egerwasser und fast so eisenreich als die Marienbader Ferdinandsquelle.

Von unseren schwedischen Eisenwässern ist gewifs keins mit solcher Genauigkeit untersucht, dafs eine Vergleichung richtig ausfallen könnte. Sie stehen überdiefs im Eisengehalt dem Porlawasser weit nach. Das von Medewi, welches ihr vielleicht am nächsten kommt, enthält, nach einer von mir vor 32 Jahren damit angestellten Analyse, welche jedoch in jeder Hinsicht nichts anderes als eine Lehrprobe war, und folglich kein grofses Zutrauen verdient, auf 1 Kanne Wasser 2 Probemarken oder 1,5625 Korn Decimalgewicht Eisenoxyd, was, da eine Kanne 6,1596 Pfund wiegt, auf 1000 Gewichtstheile Wasser 0,025376 Th. Eisenoxyd ausmacht. Dieser Eisengehalt ist indefs ganz sicher zu hoch, und schliefst mit Gewifsheit eine Portion Kieselerde ein, welche man damals noch nicht abzuscheiden verstand. Der Eisengehalt des Porlawassers beträgt dagegen, wie wir gesehen, 0,03265, und es sind von ihm alle fremden Substanzen abgeschieden. Diefs ist fast ein Fünftel höher, und das in Weinflaschen aufbewahrte Porlawasser enthält, ungeachtet dasselbe, wie alle eisenhaltigen Wässer, ein wenig von seinem Eisen auf die Innenseite des Glases und die Korke absetzt, doch mehr Eisen als das Medewi-Wasser.

2) Untersuchung des Niederschlags, welcher bei Berührung mit der Luft im Porlawasser gebildet wird.

Läfst man Porlawasser an offener Luft stehen, so überzieht es sich mit einer etwas dunkeln, irisirenden Haut, welche allmälig dicker wird und zu Boden sinkt. Während defs sieht man einen eben so beschaffenen Niederschlag sich auch in dem Wasser bilden. Dieser Ocker, welcher sich in den Abflufskanälen der Quelle ansam-

melt, ist seit langen Zeiten vom Volke als ein Mittel gegen Augenübel benutzt worden.

Um ihn in einigermafsen hinreichender Menge und frei von fremdartigen Beimengungen zu erhalten, wurde vor dem Ausflufs der Quelle ein reines grofses Holzgefäfs aufgestellt, und zwar so, dafs das Wasser durch dasselbe fliefsen mufste, und dann ward es mit einem Deckel lose bedeckt. Nach Verlauf von einigen Wochen hatte sich das Ausgeschiedene gesammelt, wo es dann in einem Glasgefäfs hieher gesandt wurde. Ungeachtet der angewandten Vorsichtsmafsregel hatten doch Sand und mehre Wurzeltrümmer Gelegenheit gefunden, sich darunter zu mengen; indefs wurde der Ocker durch Schlemmen mit Wasser und durch Seihen der aufgerührten Flüssigkeit durch ein Haarsieb ziemlich leicht von diesen Beimengungen getrennt.

Nach vollständiger Austrocknung der Masse in gelinder Wärme an der Luft wurde sie auf folgende Weise analysirt.

a) 100 Th. derselben wurden bei 100° C. in wasserfreier Luft getrocknet. Die Trocknung ging sehr langsam vor sich. Als sie nichts mehr an Gewicht verloren, hatten sie 9,56 Procent Wasser abgegeben.

b) Der Rückstand 90,44 wurde im Platintiegel verbrannt, bis alle Ueberreste vom Kohlengehalt der Quellsäure zerstört waren; hiezu ward ein lange fortgesetztes Glühen erfordert. Um der Einwirkung des Eisens auf den Platintiegel vorzubeugen, hatte ich zu dem Versuch einen Ocker angewandt, der ein zusammenhängendes Stück bildete und nicht gepülvert wurde. Als dieses durch erneutes Glühen nichts mehr an Gewicht verlor, blieben 50,26 Th. unorganische Oxyde zurück. Die Masse war durch und durch gebrannt und das Eisen vollkommen oxydirt, so dafs kein Theil desselben vom Magneten angezogen wurde. Der Gewichtsverlust beim Brennen betrug 40,18.

c) Die gebrannte Masse, welche reinem Eisenoxyde glich, wurde in concentrirter Salzsäure aufgelöst und deren Ueberschufs zum gröfsten Theil im Wasserbade abgedunstet. Dabei blieben 5,54 Th. Kieselerde zurück, unter welcher sich einige feine Sandkörner befanden, welche dem Ocker beim Schlemmen gefolgt waren.

d) Die Lösung, mit Ammoniak so gesättigt, dafs ein Theil des Eisenoxyds anfing gefällt zu bleiben, wurde mit bernsteinsaurem Ammoniak vermischt, und dann ganz derselbe Procefs befolgt, welcher in dem Vorhergehenden zur Analyse des im Wasser unlöslichen Rückstandes vom eingekochten Wasser angewandt ward. Auf diese Weise wurden erhalten: Eisenoxyd 42,343, Kalk 2,0, phosphorsaure Thonerde, mit Inbegriff einer Spur Talkerde und Manganoxydul, 0,387.

Vergleicht man nun den Sauerstoffgehalt des gefundenen Eisenoxyds mit dem des beim Trocknen fortgegangenen Wassers, so verhalten sich diese wie 3 : 2, denn 42,343 Th. Eisenoxyd enthalten 12,97 Sauerstoff und 9,56 Wasser 8,498. Man findet daraus, dafs für Ein Atom Eisenoxyd zwei Atome Wasser fortgehen. Unter dem beim Brennen eingetretenen Verlust befanden sich auch 1,54 Th. Kohlensäure, welche mit den erhaltenen 2,0 Th. Kalk zu 3,54 Th. kohlensaurem Kalk vereinigt waren. Ich mufs dabei erinnern, dafs die nach dem Brennen zurückgebliebene Masse mit der darauf gegossenen Säure nicht die geringste Spur von Aufbrausen zeigte, folglich den Kalk kohlensäurefrei enthielt. Es ist ferner sehr wahrscheinlich, dafs das bei 100° C. getrocknete Eisensalz Ein Atom Wasser =4,78 enthielt, zumal es bei Eisenoxydsalzen mit Ueberschufs an Basis gewöhnlich ist, dafs sie bei 100° C. nicht ihren ganzen Gehalt an chemisch gebundenem Wasser verlieren. Nach Abzug der Kohlensäure und des vorausgesetzten Wassers bleiben 33,86 für die Quellsäuren. Enthielte der Niederschlag nur Quellsäure und zwar 1 Atom auf 1 Atom

Eisenoxyd, so müfste der Gehalt an dieser 30,81 betragen. Er enthält aber auch Quellsatz-Säure, deren Atom schwerer ist, und etwa 1700 wägt. Zur annähernden Bestimmung des Verhältnisses beider zerlegte ich 100 Th. lufttrocknen Ockers durch Kochen mit ätzendem Kali, fällte aus der abfiltrirten Flüssigkeit die Quellsatz-Säure mit Salzsäure, brachte sie auf ein gewogenes Filtrum und wusch sie ein Paar Mal mit kaltem Wasser. Nach dem Trocknen bei 100° in wasserfreier Luft wog sie 2,56. Die durchgegangene saure Flüssigkeit wurde mit Ammoniak neutralisirt, mit Essigsäure angesäuert, darauf durch essigsaures Kupferoxyd die Quellsatz-Säure gefällt, und der Niederschlag auf ein gewogenes Filtrum gebracht; nach dem Trocknen wog er 12,4 und hinterliefs bei Einäscherung 2,65 Kupferoxyd, dem etwas Eisenoxyd beigemengt war. Die Menge der Quellsatzsäure war folglich 9,75 oder zusammen 12,31, was den durch's Verbrennen erhaltenen Gewichtsüberschufs über die Menge, welche man, wenn die Säure nur Quellsäure wäre, erhalten müfste, hinlänglich erklärt. Es ist folglich nicht unwahrscheinlich, dafs der Ocker, welcher sich aus dem Porlawasser auf Kosten der Luft erzeugt, ein basisches Eisenoxydsalz von Quellsäure und Quellsatz-Säure ist, von welcher letzteren ein Theil bei der Ausfällung des Ockers aus der Quellsäure gebildet wird, und dafs diefs Salz auf ein Atom Eisenoxyd enthält 1 At. Säure und 3 At. Wasser, von welchen letzteren zwei durch Trocknen bei 100° entfernt werden können. Der Ocker besteht dann in 100 Th. aus:

Eisenoxyd	42,343	
Quellsäuren	33,860	
Wasser	14,340	
Basisch quellsaures Eisenoxyd		90,54
Kohlensaurer Kalk		3,54
Phosphorsaure Thonerde, Spur von Talkerde und Manganoxyd		0,38
Kieselerde		5,54
		100,00.

Dieser Niederschlag wird unzweifelhaft dadurch gebildet, dafs bei der Oxydation des Eisens die Verwandtschaft, welche das Oxyd in dem basischen Salze mit der Quellsäure verbindet, die Verwandtschaft dieser zum Ammoniak in ihrem neutralen Salze weit übersteigt, und dafs diefs Alkali sich überdiefs der Kohlensäure des Eisenoxyduls bemächtigt, und, wenn die Bildung an der Oberfläche geschieht, zum Theil mit derselben sich verflüchtigt. Der Niederschlag von kohlensaurem Kalk beruht vermuthlich auf einer Verdunstung von Kohlensäure, und die übrige Fällung auf der allgemeinen Neigung schwerlöslicher Körper, sich in geringer Menge mit den in ihren Lösungen entstehenden Niederschlägen abzuscheiden, wie wir Kieselerde aus Flüssigkeiten, welche dieselbe enthalten, von allen Niederschlägen mit fortgerissen finden. Dafs das Eisenoxydul, beim Kochen des Porlawassers in einer sauerstofffreien Atmosphäre, vereinigt mit Quellsatzsäure niederfällt, ist deutlich eine Folge davon, dafs das Ammoniak, welches zuvor mit dieser Säure verbunden war, beim Kochen als kohlensaures fortging.

(Schlufs im nächsten Hefte.)

II. *Ueber die Zusammensetzung der Brenzcitronensäure;*

von Hrn. J. Dumas.

(*Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 295.)

Vor einigen Jahren lehrte Hr. Lassaigne diese neue Säure kennen und gab von ihr und einigen ihrer Salze eine Analyse. Da diese Resultate indefs nicht mit der Proportionslehre stimmten, so war klar, dafs Hr. L. in Betreff der Salze vergessen hatte, auf das in einigen derselben etwa enthaltene Krystallwasser Rücksicht zu neh-

men; und was die Elementar-Analyse der Säure anbelangt, so hatte Derselbe einen damals ziemlich gewöhnlichen Fehler begangen, ihr nämlich mehr Wasserstoff beigelegt als sie wirklich enthält. Da die brenzlichen Säuren im Allgemeinen arm an Wasserstoff sind, so schien mir diese Analyse immer einer Wiederholung zu bedürfen.

Nicht hiedurch allein aber wurde ich bestimmt, die Brenzcitronensäure auf's Neue zu zerlegen; was mich dazu bewog, war vielmehr die Anomalie, welche die Citronensäure hinsichtlich ihres Wassergehaltes im getrockneten Zustand darbietet. Es stand zu hoffen, dafs die Producte ihrer Destillation auf diesen in der Geschichte der Säuren einzigen Umstand einiges Licht werfen würde.

Sehr auffallend ist es übrigens bei der Destillation der Citronensäure zu sehen, dafs dieselbe dabei gewissermafsen ganz übergeht, kaum einen kohligen Rückstand hinterläfst. Dieser Umstand deutet auf eine einfache Reaction; allein welche Sorgfalt man auch auf die Destillation verwendet, so bleibt doch immer etwas Kohle zurück. Die reinste Citronensäure, im Vacuo destillirt, liefert dieselbe so gut wie die gewöhnliche Säure bei der Destillation unter dem Druck der Atmosphäre.

Das Ansehen des Destillats ist sehr merkwürdig: eine ölig aussehende Flüssigkeit, begleitet von einer wäfsrigen und sauren, die einen beträchtlichen Theil des Products ausmacht. Allein diese ölige Flüssigkeit hat nur eine ephemere Existenz; schon durch blofse Einwirkung des Wassers, dem sie viele Brenzcitronensäure abtritt, wird sie zersetzt, und noch schneller unter dem Einfluſs von Basen. Endlich findet man nur Brenzcitronensäure und Wasser unter den flüssigen Producten der Destillation, wenn man die Sättigung oder Reinigung der Brenzcitronensäure an freier Luft vornimmt.

Es bildet sich auch jedesmal ein anderer Körper, welcher Hrn. Lassaigne entgangen ist, nämlich eine gei-

stige, flüchtige Flüssigkeit, deren Geruch an den des Essiggeistes erinnert. Polydore Boullay, welcher die Bildung derselben aufgefunden hat, wird die Beschreibung und Analyse derselben unternehmen, sobald er von dem schweren Unfall, der ihn seit zwei Jahren von allen chemischen Arbeiten abhält, hergestellt seyn wird. Ohne Zweifel wird die genaue Kenntnifs dieser Flüssigkeit viel Licht verbreiten über die Reaction, welche die Brenzcitronensäure und vielleicht die brenzlichen Säuren im Allgemeinen erzeugt.

Die Brenzcitronensäure, welche ich analysirte, stammt aus der Destillation einer schön krystallisirten, vollkommen von Schwefelsäure befreiten Citronensäure her. Die übergegangene Flüssigkeit wurde mit Wasser verdünnt, mit reinem kohlensauren Natron gesättigt, und darauf durch Blutkohle entfärbt.

Aus dieser Flüssigkeit bereitete ich das brenzcitronensaure Blei, welches ich analysiren wollte, dadurch, dafs ich salpetersaures Blei tropfenweise in die noch heifse Flüssigkeit that und noch brenzcitronensaures Natron im Ueberschufs liefs. Auf diese Weise erhält man das brenzcitronensaure Bleioxyd etwas sandig, und es läfst sich dann besser auswaschen als das in der Kälte bereitete; letzteres ist mehr aufgequollen und bildet zuweilen eine Art von gallertartigem Magma.

So erhalten, wurde das brenzcitronensaure Blei anfangs durch Abgiefsen und dann auf dem Filtrum gewaschen; bald zeigte sich indefs, dafs das Salz löslich war, selbst in der Kälte, so dafs die Waschung immer eine bleihaltige Flüssigkeit lieferte. Als bereits mehre Liter destillirten Wassers zu zwei bis drei Grammen Salz verbraucht worden waren, glaubte ich damit einhalten zu müssen, wiewohl die Flüssigkeit immer noch mit Blei beladen war. Zuweilen versuchte ich den Niederschlag zu trocknen und dann auf's Neue zu waschen; allein das Resultat blieb sich gleich, das Salz löste sich auch jetzt.

In der Kälte ist die aufgelöste Menge vom Salz gering; siedendes Wasser nimmt aber weit mehr auf, und setzt es beim Erkalten in Flocken ab.

Das Bleisalz wurde durch Schwefelsäure analysirt, nachdem es in einem Oelbade bis 180° C. erhitzt und damit eine Zeit lang im Vacuo gehalten worden war. Behufs der Analyse wurde das Salz in einer dünnen Platinschale mit reiner Schwefelsäure angefeuchtet, dann die Flamme einer Weingeistlampe mittelst eines Löthrohrs von oben herab auf dasselbe geleitet, und, in Richtung und Stärke, nach dem Fortgange der Verdampfung regulirt. Als die Masse trocken zu seyn schien, wurde die Schale mittelst der Lampe von unten bis zur Rothgluth erhitzt, dann gewägt, falls das schwefelsaure Bleioxyd rein zu seyn schien, und die Einwirkung der Schwefelsäure mit den eben genannten Vorsichtsmafsregeln wiederholt. Gewöhnlich veränderte die Schale ihr Gewicht nicht bei dieser zweiten Probe.

0,5 eines anscheinend wohl ausgewaschenen brenzcitronensauren Bleioxyds gaben bei zwei Analysen 0,453 und 0,454 schwefelsauren Bleioxyds.

0,5 des nochmals gewaschenen Salzes lieferten in zwei Proben 0,450 und 0,451 schwefelsauren Bleioxyds.

Zur gröfseren Sicherheit wurde abermals Säure bereitet, dieselbe an Blei gebunden, wieder davon abgeschieden und abermals in Bleisalz verwandelt, doch immer mit Anwendung von essigsaurem Blei statt des früher gebrauchten salpetersauren.

0,5 dieses brenzcitronensauren Bleioxyds gaben 0,4505 schwefelsaures.

Sieht man das brenzcitronensaure Bleioxyd als neutral an, so würde das Atomgewicht der Säure, den drei letzten Proben zufolge, 711, 706 und 707. Da dieses Gewicht sich bei allen Versuchen als constant erwiefs, so ist nicht an seiner Richtigkeit zu zweifeln.

Die Analyse des brenzcitronensauren Bleioxyds ist

so leicht, dafs ich hier, was den Kohlenstoff betrifft, blofs die Resultate des letzteren Salzes gebe. 1 Grm. dieses Salzes gaben 0,119 Wasser und 0,661 Kohlensäure. Hienach wird die Zusammensetzung der trocknen Säure:

	Beobachtet.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	54,30	54,07	5 *)
Wasserstoff	3,63	3,53	4
Sauerstoff	42,07	42,40	3
	100,00	100.	

Die Gegenwart einer, wie man sieht, so geringen Menge Wasserstoff und die Schwierigkeit, die Zusammensetzung der Brenzcitronensäure auf die der Citronensäure zu beziehen, haben mich veranlafst mehre Proben zu machen, um den Wasserstoffgehalt des Bleisalzes genau zu constatiren.

Bei einer derselben verbrannte ich 2,207 brenzcitronensaures Blei, nachdem die das Gemenge einschliefsende Röhre getrocknet worden war, im Vacuo bei 115° C. Die Verbrennung, wie gewöhnlich geleitet, gab 0,248 Wasser. Wegen des Wasserdampfs in der zur Reinigung des Apparates angewandten Luft war diese Menge zu grofs. In einem vergleichenden Versuche fand ich, dafs die Luft 0,012 Wasser geliefert haben mufste; diefs bringt die wirklich bei der Verbrennung der Säure entstandene Wassermenge auf 0,236 herab. Hienach enthält die Brenzcitronensäure 3,52 Procent Wasserstoff, was genau mit der Rechnung stimmt.

Um dergleichen Bestimmungen rasch zu machen, braucht man nur dem Liebig'schen Apparat, nach beendigter Verbrennung, eine Flasche voll Wasser anzufügen,

*) Nämlich $C=76{,}437$ gesetzt, wie es Berzelius annimmt. Hr. Dumas nimmt, nach Gay-Lussac, das Atomgewicht der Kohle halb so grofs, und meint, die französischen Chemiker würden die Ueberzeugung haben, dafs diefs richtiger sey.

und durch den Ausfluſs des Wassers, den man mittelst eines Hahns nach Belieben reguliren kann, die Luft aussaugen lassen *). Nach der ersten Wägung der Röhre mit Chlorcalcium bringt man sie wieder an die Flasche und beginnt von Vorne. Der Gewichtsüberschuſs, welchen sie erlangt, muſs von dem Ergebniſs der ersten Wägung abgezogen werden. Der Erfolg dieser Methode hängt einzig davon ab, daſs ich die Sorgfalt nehme, die Gemenge von Kupferoxyd und der Substanz durch geröstete Drehspäne sehr zu zertheilen; denn bei reinem Kupferoxyd bedarf es eines weit stärkeren Saugens, als mit der in der Flasche enthaltenen Wassersäule möglich ist. In diesem Fall könnte man sich ohne Zweifel des Quecksilbers bedienen.

Im Allgemeinen kann man sagen, daſs bei der Sorgfalt, welche man gegenwärtig zur Vermeidung des hygrometrischen Wassers trifft, und welche selbst ohne Anwendung des Vacuums hinlänglich ist, der beobachtete Ueberschuſs an Wasserstoff vom hygrometrischen Wasser der Luft herrührt; auch ist dieser Ueberschuſs fast constant, welche Substanz und wie viel von ihr man auch der Analyse unterwerfe; er kann nur mit dem hygrometrischen Zustand der Luft schwanken, der seinerseits in den meisten Laboratorien sich kaum verändert.

Uebrigens reicht dieser Wasserstoff-Ueberschuſs gemeiniglich nicht hin, um die atomischen Verhältnisse zu stören, vor Allem wenn man die Sorgfalt trifft, den Wasserstoff etwa 0,2 Procent niedriger anzunehmen als die directe Analyse ihn gegeben hat.

Die Brenzcitronensäure war offenbar trocken in dem oben analysirten Salz vorhanden; um indeſs davon überzeugt zu werden, wollte ich noch ein anderes Salz analysiren, und wählte dazu das doppelt-brenzcitronensaure Bleioxyd.

*) Eine ähnliche Idee wurde bekanntlich von Liebig bei seinem Trocken-Apparat ausgeführt. S. Annal. Bd. XXVII S. 679. *P.*

Dieses Salz bildet sich leicht wenn man das neutrale Bleisalz in einem grofsen Ueberschufs von Brenzcitronensäure auflöst, und die hinreichend eingeengte Flüssigkeit zum Krystallisiren hinstellt.

Das doppelt-brenzcitronensaure Blei schiefst in kleinen schwach gelblichen Krystallen an. Es wurde auf die vorhin angegebene Weise mit Schwefelsäure analysirt.

0,6 dieses Salzes lieferten 0,390 schwefelsaures Bleioxyd, oder, was dasselbe ist, 1394 Bleioxyd waren mit 1522 Säure verbunden; folglich ein Atom mit zwei Atomen Säure und einem Atom Wasser; denn diefs gäbe 1527, eine kaum von der vorhergehenden abweichende Zahl.

Bei der Elementar-Analyse gaben 0,852 des Salzes: 0,791 Kohlensäure, 0,172 Wasser. Hienach ist die Zusammensetzung der in diesem Salze enthaltenen Säure, sehr übereinstimmend mit dem aus der früheren Analyse hervorgehenden Atomgewicht der wasserhaltigen Säure, folgende:

	Beobachtet.	Berechnet.	Atom.
Kohlenstoff	49,6	50,08	10
Wasserstoff	4,3	4,08	10
Sauerstoff	46,1	45,84	7
	100,00	100,00.	

Um jede Ungewifsheit über den wirklichen Wassergehalt zu vermeiden, war das Salz bei 140° C. im trocknen Vacuo getrocknet worden.

Man sieht aus dieser Analyse, dafs das doppelte Salz anzusehen ist als bestehend aus einem Atom neutralen brenzcitronensauren Bleioxyds und einem Atome wasserhaltiger Säure *). Man könnte es ein Doppelsalz von Bleioxyd und Wasser nennen, worin jede der Basen ein Drittel des Sauerstoffs der Säure enthält.

*) Eine analoge Zusammensetzung hat bekanntlich das saure schwefelsaure Kali. Siehe Annal. Bd. XVIII S. 152. P.

Die wirkliche Formel für die Brenzcitronensäure ist demnach $C^5H^4O^3$, und diese nimmt zum Hydrat H^2O auf, wie gewöhnlich.

Kann man nun aus dieser Zusammensetzung Einiges über die Bildung der Brenzcitronensäure schliefsen? Das wäre wohl zu voreilig, so lange ein so wesentliches Product, als die zuvor erwähnte geistige Flüssigkeit noch nicht genau analysirt worden ist. Ich überlasse daher Hrn. Boullay die Beendigung dieses Gegenstandes, der gewissermafsen ihm angehört, da er die noch zu untersuchende Substanz entdeckt hat.

III. *Ueber die künstliche Aepfelsäure Scheele's; von Hrn. R. T. Guérin Varry.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 318)

In einer Abhandlung über die Gummi-Arten, von der in dem nächstfolgenden Artikel das Wesentliche mitgetheilt werden wird, glaubte Hr. Guérin bereits an der Einerleiheit der künstlichen und der natürlichen Aepfelsäure zweifeln zu dürfen; zur Gewifsheit wurde ihm diefs aber erst durch die Versuche, deren Beschreibung den Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes ausmachen. Das Hauptresultat dieser besteht nun darin, dafs die künstliche Aepfelsäure Scheele's eine von der natürlichen verschiedene, eigenthümliche Säure ist, von solcher Zusammensetzung, dafs sie sich als eine Verbindung von Oxalsäure und Wasserstoff betrachten läfst. Er nennt sie daher *acide oxalhydrique*, was für das Folgende durch *Hydroxalsäure* (Kleewasserstoffsäure) wieder gegeben seyn mag.

Bereitung der Säure. Man übergiefse 1 Th. Mimosengummi mit 2 Th. einer mit der Hälfte ihres Ge-

wichts an Wasser verdünnten Salpetersäure in einer Retorte, welche das vierfache Volum des Gemenges faſst und mit einer tubulirten Vorlage versehen ist. Man erhitze das Ganze gelinde bis das Gummi gelöst ist, und hebe es beim Erscheinen salpetriger Dämpfe vom Feuer. Nach Aufhören der Entwickelung von Salpetergas, die beträchtlich ist, halte man die Flüssigkeit eine Stunde lang im Sieden, verdünne sie mit dem vierfachen Gewichte Wasser, neutralisire sie vollkommen durch Ammoniak, und fälle die Oxalsäure, die sich fast immer in geringer Menge gebildet hat, durch salpetersauren Kalk. Die röthlich gelbe Flüssigkeit filtrire man nun, fälle sie durch essigsaures Blei, bringe den Niederschlag auf ein Filtrum, wasche ihn so lange, bis das Abgelaufene nicht mehr durch Schwefelwasserstoffgas geschwärzt wird, und zersetze ihn darauf durch Schwefelsäure, die mit dem sechsfachen Gewicht an Wasser verdünnt ist.

Die so erhaltene Säure ist gelb; man dampfe sie bei gelinder Wärme ein, neutralisire sie, nach hinreichender Concentration, durch Ammoniak, und fahre mit dem Abdampfen bis zum beginnenden Anschieſsen fort. Die erhaltenen, schwarz aussehenden Krystalle entfärbe man durch gereinigte Thierkohle, fälle die entfärbte Flüssigkeit durch essigsaures Bleioxyd und behandele den Niederschlag wie zuvor. Die erhaltene Flüssigkeit dampfe man nun in der Wärme bis zur Syrupsconsistenz, und dann, unter der Luftpumpe, bis zur Trockne. Die Abdampfung darf nicht zu weit getrieben werden, denn es tritt ein Punkt ein, wo sie gelb und zersetzt wird.

In diesem Zustand enthält die Säure auf zwei Atome ein Atom Wasser. 1000 Th. Arabin *) mit 2000 Th. Salpetersäure behandelt, geben im Maximo 2,8 Th. Hydroxalsäure. 1000 Th. Zucker mit dem gleichen Gewichte Salpetersäure liefern im Maximo 3,5 Th., Stärkmehl dagegen 3,1 Th. einer der Hydroxalsäure vollkommen glei-

*) Man sehe den folgenden Aufsatz.

chen Säure. Wahrscheinlich ist es auch diese Säure, welche man nach Thénard und Berzelius erhält, wenn Traubenzucker, Mannazucker, Schwammzucker, Pollenin, fette Oele etc. mit Salpetersäure behandelt werden. Die besondere Säure, welche man nach Berzelius bekommt, wenn man Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur auf Zucker einwirken läfst, konnte Hr. G. nicht erhalten. Er liefs 1 Th. Zucker mit 1 Th. rauchender durch ein gleiches Gewicht Wasser verdünnter Salpetersäure stehen, und digerirte einmal vier Tage lang und ein anderes Mal einen Monat hindurch, konnte aber keine Spur von jener eigenthümlichen Säure auffinden, nur war die Lösung gelblich.

Eigenschaften der Hydroxalsäure. Sie hat die Consistenz eines dicken Syrups, bei 20° C. die Dichte 1,416, ist farb- und geruchlos, schmeckt sehr wie Oxalsäure, ist an der Luft sehr zerfliefslich, und kommt dadurch auf die Dichte 1,375 herab, siedet bei 105° C., löst sich in Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen, sehr wenig in Aether, selbst siedendem, auch in Terpenthinöl selbst beim Sieden nur höchst unbedeutend. Mit trocknem Bleioxyd erhitzt, dieses sey in Ueberschufs oder gerade zur Sättigung hinreichend, verliert sie immer gleichviel Wasser.

Diese wasserhaltige Säure, in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel einen Monat stehen gelassen, setzte Krystalle ab, die, hinsichtlich der Form, der Oxalsäure ähnlich waren, in ihren Eigenschaften aber von dieser gänzlich abwichen. Wahrscheinlich waren sie Hydroxalsäure, da sie alle Eigenschaften derselben besafsen.

Die wasserhaltige Hydroxalsäure bildet mit Salzbasen vollkommen charakterisirte Salze. Sie giebt mit Kalk-, Strontian- und Barytwasser Niederschläge, die sich im geringen Ueberschufs der Säure wieder lösen. Sie ähnelt darin der Weinsäure, unterscheidet sich aber von dieser

dadurch, dafs sie concentrirte Lösungen von Kali oder Kalisalzen nicht fällt. Mit der natürlichen Aepfelsäure kann sie auch nicht verwechselt werden, da diese die genannten drei Alkalien nicht fällt.

Salpetersaures Silberoxyd, salpetersaures, basisches und neutrales essigsaures Bleioxyd werden von der Hydroxalsäure weifs und voluminös gefällt. Sie löst Zink und Eisen unter Wasserstoffentwickelung auf, greift aber Zinn weder kalt noch warm an.

Die an feuchter Luft entstandene Lösung der Säure veränderte sich, bei 18° bis 25°, im Laufe dreier Monate nicht; eine verdünntere Lösung bedeckte sie jedoch nach einigen Tagen mit Schimmel.

1 Th. Hydroxalsäure mit 3 Th. Salpetersäure in einer bis auf eine sehr kleine Oeffnung verschlossene Flasche einen Monat lang, in gewöhnlicher Temperatur, unter täglichem Umschütteln stehen gelassen, hatte nach Ablauf dieser Zeit, unter Entwickelung von Salpetergas und Kohlensäure, viele gut krystallisirte Oxalsäure abgesetzt Erwärmte man das Gemenge bis zum schwachen Sieden, so fand dieselbe Reaction (wahrscheinlich nur schneller) statt.

Mit 1 Th. concentrirter, durch ein gleiches Gewicht an Wasser verdünnter Schwefelsäure erhitzt, giebt sie Kohlensäure und schweflige Säure. Mit Schwefelsäure und Manganhyperoxyd in einem Destillationsgefäfs gelinde erwärmt, geht die Hydroxalsäure in Ameisensäure über, erkennbar durch ihre reducirende Wirkung auf Quecksilberoxyd, salpetersaures Quecksilberoxyd und salpetersaures Silberoxyd.

Chlorwasserstoffsäure hat in der Kälte keine Einwirkung auf die Hydroxalsäure; in der Wärme wird die Flüssigkeit gelb, ohne dafs sich Gas entwickelt.

Bis 106° C. erwärmt, erleidet die Säure eine Veränderung. Im Destillationsgefäfse erhitzt, giebt sie unter

Aufschwellen die gewöhnlichen Producte stickstofffreier organischer Substanzen, während eine voluminöse, schwierig einzuäschernde Kohle zurückbleibt.

Zusammensetzung. Durch Zerlegung des Bleisalzes und eines Zinksalzes erhielt Hr. G. folgendes Resultat *):

	Bleisalz.		Zinksalz.	
	Beobachtet.	Berechnet.	Beobachtet.	Atome.
Sauerstoff	64,57	63,62	63,21	6
Kohlenstoff	31,35	32,42	33,14	4
Wasserstoff	4,08	3,96	3,65	6
	100,00	100,00	100,00	

was also sehr von dem Resultat der Liebig'schen Analyse der natürlichen Aepfelsäure abweicht **). Die Schleimsäure enthält etwas weniger Sauerstoff als die Hydroxalsäure; ihre Bildung mufs also die der letzteren bei Behandlung des Gummi's mit Salpetersäure kurze Zeit vorangehen.

100 Th. Hydroxalsäure sättigen eine Oxydmenge, die 10,603 Sauerstoff, d. h. ein Sechstel so viel als die Säure enthält.

Wasserfrei konnte Hr. G. die Hydroxalsäure nicht erhalten. Die wasserhaltige enthält 5,65 Procent Wasser, besteht demnach aus 2 Atomen wasserfreier Säure und 1 Atom Wasser.

Salze. Mit *Ammoniak* giebt die Hydroxalsäure zwei Salze, ein neutrales, das nicht krystallisirt, und ein saures. Letzteres ist das bereits zuvor erwähnte, und krystallisirt in vierseitigen zugeschärften Prismen, ist farblos und an der Luft unveränderlich, schmeckt schwach sauer, löst sich in Wasser bei 15° C. zu 1,22 Procent, und bei

*) Das Detail dieser und aller folgenden Analysen ist nicht mitgetheilt. Ihre Richtigkeit wird also nur durch das Zutrauen verbürgt, welches man Hrn. G. schenken will. *P.*

**) Selbst von dem der neuesten (Annal. Bd. XXVII S. 195), nach welcher diese Säure isomer ist mit der Citronensäure. *P.*

bei 100° zu 24,35 Procent, ist unlöslich im kalten und löslich im siedenden Alkohol, fängt an sich bei 110° C. zu zersetzen; seine Lösung giebt, mit Ammoniak neutralisirt, beim Verdampfen an der Luft wieder Krystalle vom sauren Salz. Es besteht nach Hrn. G. aus 89,49 Proc. oder 2 Atomen Säure, 5,14 Proc. oder 1 Atom Ammoniak und 5,37 Proc. oder 1 Atom Wasser.

Mit dem *Kali* giebt sie gleichfalls ein saures und ein neutrales Salz. Erstes wird durch unvollkommene Sättigung der Säure mit doppelt-kohlensaurem Kali erhalten, und schiefst in durchsichtigen nadelförmigen Prismen mit schiefer Basis an; letzteres, nach vollkommener Sättigung mit jenem Bicarbonat entstehend, bildet durchsichtige schiefe Prismen mit rhomboïdaler Basis.

Von den *Natron*salzen ist weder das neutrale noch das saure krystallisirbar.

Neutrales *Baryt*salz fällt in weifsen Flocken nieder, wenn das neutrale Ammoniaksalz mit Chlorbarium in concentrirter Lösung vermischt wird; es ist in vielem kalten Wasser löslich, und schiefst, beim Abdampfen, nur in Plättchen an. Ein saures Salz, das bei freiwilliger Eindunstung einen gummiähnlichen Rückstand hinterläfst, entsteht durch Anwendung der Säure in Ueberschufs.

Neutrales *Strontian*salz bereitet und verhält sich wie das neutrale Barytsalz; das *saure* krystallisirt dagegen in Prismen. Das neutrale *Kalk*salz ist, selbst warm, sehr wenig löslich und unkrystallisirbar, das saure krystallisirt in 4seitigen Prismen.

Das *Zink* giebt ein Sesquisalz, bestehend aus 68,98 Proc. oder 3 At. Säure, 24,64 Proc. oder 2 At. Zinkoxyd und 6,38 Proc. oder 2 At. Wasser. Es ist in kaltem Wasser gar nicht, in siedendem sehr wenig löslich, löslich aber in seiner eigenen Säure. Seine Lösung röthet Lackmus. Es wird bereitet durch Auflösung von gekörntem Zink in verdünnter Hydroxalsäure, wobei es unter Wasserstoffentwickelung als weifses Pulver niederfällt.

Das *Bleisalz* besteht aus 40,34 Proc. oder 1 Atom Säure und 59,66 Proc. oder 1 At. Oxyd, enthält kein Krystallwasser, löst sich in kaltem Wasser gar nicht, in siedendem sehr wenig und fällt daraus beim Erkalten in Blättchen wieder heraus, ist unlöslich in überschüssiger Säure und in Alkohol, fängt bei 120° C. an gelb zu werden, schmilzt bei 135° zu gelben Tropfen, die bei 140° roth und bei 150° zersetzt werden, giebt, in einer Röhre verkohlt, einen Rückstand, der, noch heifs in die Luft geschüttet, glühende Funken mit nachziehendem weifsen Rauche bildet, entflammt sich bei Erhitzung mit Salpetersäure wie Pulver, entwickelt mit concentrirter Schwefelsäure anfangs einen dem Weinöl ähnlichen Geruch und später schweflige Säure.

Eisen wird unter Wasserstoff-Entwickelung von der Hydroxalsäure gelöst, und die Lösung hinterläfst eingedampft einen gummigen Rückstand.

Kupfer, und noch besser *Kupferoxyd* lösen sich in ihr, aber das bläuliche Salz krystallisirt nicht.

Quecksilberoxyd giebt ein weifses, fast unlösliches Salz, das Lackmus röthet.

Chromoxydul liefert ein sauer reagirendes Salz in durchsichtigen, farblosen, schiefbasigen Prismen.

IV. *Ueber die Gummiarten; von Hrn. R. T. Guérin.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. XLIX p.* 249.)

Unter dem Namen Gummi versteht der Verfasser alle die Pflanzenstoffe, welche sich durch Salpetersäure in Schleimsäure umwandeln lassen, ohne dabei krystallisirbar zu seyn, wie der Milchzucker, dem sonst auch die nämliche Eigenschaft zukommt *). Hauptsächlich sind es

*) Um das Schwankende in der bisherigen Begriffsbestimmung vom Gummi fühlbar zu machen, bemerkt der Verfasser, dafs Hr. Ro-

drei Punkte, die er zu ermitteln beabsichtigt hat, nämlich: 1) Ob die ganz im Wasser löslichen Gummisorten einfache Pflanzenstoffe und unter einander identisch seyen. 2) Ob das in kaltem Wasser Lösliche der nur theilweis lösbaren Gummisorten auch Schleimsäure gebe und einerlei mit dem ganz löslichen Gummi sey. 3) Ob der unlösliche Theil der nur schwierig in Wasser löslichen Gummisorten ebenfalls Schleimsäure liefere und mit dem Bassorin zusammenfalle. Das Resultat dieser Untersuchungen ist nun, dafs die in der Natur vorkommenden Gummisorten drei verschiedene Gummistoffe enthalten, nämlich Arabin, Bassorin und Cerasin.

Das *Arabin* (den Namen hat Hr. Chevreul gebildet) macht den löslichen und bei weitem gröfsten Theil des arabischen Gummi's aus, findet sich aufserdem im Senegalgummi und im Leinsaamenschleim. — Das *Bassorin* bildet die Hauptmasse des unlöslichen Theils vom Bassora- und vom Traganthgummi. — Das *Cerasin* endlich ist, neben Arabin, im Kirsch-, Aprikosen-, Pfirsich- und Mandelgummi enthalten.

Eigenschaften des Arabins. Es ist durchscheinend, ohne Farbe, Geruch und Geschmack, im trocknen Zustande zerreiblich und mit Glasbruch versehen, zwischen 150° und 200° C. weich und in Fäden zu ziehen, vollkommen löslich in Wasser, (Haben 100 Theile Wasser 17,75 Arabin-Th. bei 20° C., und 23,54 Th. bei 100° C. aufgenommen, so ist die Lösung nicht mehr filtrirbar) unkrystallisirbar, nicht der Weingährung fähig, aber in Wasser gelöst an der Luft, nicht im Vacuo, sauer werdend, in wäfsriger Lösung durch Bleiessig fällbar, nicht durch kieselsaures Kali (gegen Thomson's Angabe).

biquet gerade das Gummi, welches Hr. Couverchel durch Einwirkung von Weinsäure aus Satzmehl bereitete, als Normalgummi betrachtet, weil es mit Salpetersäure keine Schleimsäure, sondern nur Kleesäure giebt. (Vergl. diese Annalen, Bd. XXII S. 426.)

Mit Chlor giebt es, nach Hrn. G., keine Citronensäure, wie Hr. Vauquelin fand, sondern nach längerer Behandlung (z. B. zehnstündiger, einer Lösung von 1 Th. Arabin in 50 Th. Wasser) eine trübe Flüssigkeit, die mit der Zeit einen weifsen, flockigen Niederschlag absetzt, und nichts wie Salzsäure enthält (doch wohl auch unverändertes Arabin? *P.*). Dieser Niederschlag, den übrigens Liebig nicht wahrnahm *), röthet, selbst nach

*) Siehe Ann. Bd. XV S. 570. — Wie viel der Niederschlag betrug und ob alles Gummi darin verwandelt worden war, wird von Hrn. G. nicht gesagt. Sehr wahrscheinlich rührte der Niederschlag von einer beigemengten stickstoffhaltigen Substanz her.

Veranlafst durch die obigen Angaben hat Hr. Simonin in Nancy folgende Versuche angestellt. Er löste 4 Unzen hellgelbes Senegalgummi in einem Liter Regenwasser auf und leitete innerhalb 24 Stunden 200 Liter Chlor hindurch. Die Flüssigkeit entfärbte sich allmälig und trübte sich dann schwach; nachdem sie eine Nacht über gestanden, hatte sie sich geklärt und eine Menge linienförmiger Krystalle abgesetzt, die sich indefs als Gyps erwiesen. Nach Absonderung von diesen Krystallen wurde die Flüssigkeit ganz auf die frühere Weise nochmals mit Chlor behandelt. Sie roch nun noch stärker wie zuvor nach Chlor und setzte abermals eine Menge Gypsnadeln ab, welche wahrscheinlich aus dem im Gummi enthaltenen Kalk und einem kleinen Schwefelsäuregehalt des nicht gewaschenen Chlorgases gebildet worden waren. Die mit Chlor behandelte Gummilösung, welche eine grofse Menge Chlorwasserstoffsäure enthielt, wurde mit Kreide gesättigt. Es entstand dadurch kein Niederschlag der auf Bildung von Citronensäure schliefsen liefs; allein die Flüssigkeit war weit weniger schleimig und das Gummi war darin fast ganz verschwunden. Zur Syrupsconsistenz abgeraucht und mit Alkohol vermischt, liefs sie eine pechartige Materie fallen, welche, nachdem sie lange mit Alkohol gewaschen worden war, Feuchtigkeit anzog, und, in Wasser gelöst, auf Zusatz von Schwefelsäure viel Gyps fallen liefs, auch bei Erhitzung viele Chlorwasserstoffsäure ausgab. Da Hr. Braconnot glaubte diese Materie sey eine Verbindung von einer Pflanzensäure mit dehydrogenirtem Gummi, so wurde ihre wäfsrige Lösung durch einen Ueberschufs von gepülvertem Kalk gesättigt und der entstandene Niederschlag durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt. Dadurch gelang es denn wirklich eine pechartige Säure abzuscheiden, die

dem Waschen mit kaltem Wasser, das Lackmus, schmekt stechend und hinterher bitter, riecht nach Chlor, und enthält, aufser diesem, Arabin und Stickstoff.

Mit Schwefelsäure behandelt, ganz auf die von Braconnot zur Verwandelung der Lumpen in Zucker angewandte Art, bekommt man, nach Hrn. G., eine alkoholische, syrupsartige, etwas saure Flüssigkeit, aus der

folgende Eigenschaften besafs. Sie war unkrystallisirbar, wenig löslich in Alkohol, zog Feuchtigkeit aus der Luft an, fällte essigsaures Bleioxyd, Kalkwasser, dieses in Ueberschufs genommen, und Barytwasser, brachte aber im salpetersauren Silber keine merkliche Veränderung hervor. Mit kohlensaurem Kalk gesättigt, gab sie ein sehr lösliches Salz, welches, getrocknet, gummiähnlich war, keine Feuchtigkeit anzog, und, in Wasser gelöst, von Schwefelsäure gefällt und zersetzt wurde.

Dieselbe Säure erhielt Hr. Simonin bei Behandlung des Zuckers mit Chlor, und er glaubt sie sey identisch mit der, welche man durch Salpetersäure aus dem Gummi erzeugen kann. (*Ann. de chim. et de phys. T. L. p.* 319.)

Gegen diese Notiz hat Hr. Guérin später einige Einwendungen gemacht (*Ann. de chim. et de phys. T. LI p.* 222). Bei Wiederholung der Simonin'schen Versuche erhielt er nämlich nicht ganz die angegebenen Resultate. Als er die mit Chlor behandelte Gummilösung durch überschüssigen Kalk sättigte, bekam er, unter Entwickelung eines starken Geruchs nach Reinette-Aepfeln, einen Niederschlag, und nachdem er diesen durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt, die erhaltene Flüssigkeit zur Abscheidung des Gypses mit Alkohol vermischt, filtrirt und abgedampft hatte, einen Rückstand, welcher gelb und unkrystallisirbar war, auf Lackmus sauer reagirte, kaum Feuchtigkeit anzog, die Consistenz von weichem Wachse hatte, in starkem Alkohol wenig löslich war, nach Einäscherung Kalk hinterliefs, essigsaures Blei, salpetersaures Silber, Kalk- und Barytwasser fällte. Hieraus schliefst er, die von Simonin erhaltene Säure sey noch kalkhaltig gewesen, auch nicht identisch mit der durch Salpetersäure aus Gummi erzeugten; auch bemerkt er, es werde lange nicht alles Gummi durch das Chlor zersetzt, und der anfängliche Niederschlag rühre von einem Schwefelsäuregehalt des angewandten Chlors her. — Von einem stickstoffhaltigen weifsen Niederschlag ist nicht weiter die Rede. *P.*

süfse körnige Krystalle anschiefsen, die aber mit Bierhefe nicht gähren.

Salpetersäure, von 1,339 Dichte bei 10° C., giebt nach ihrer Menge verschiedene Producte. Wird Arabin zu gleichen Theilen mit derselben erhitzt, greift sie dieses nur unvollkommen an. Nimmt man zwei Theile von ihr auf 1 Th. Arabin, so bekommt man aufser Schleimsäure eine andere Säure, die Scheele für Aepfelsäure hielt *); nimmt man aber 400 Th. Salpetersäure auf 100 Th. Arabin, so bekommt man das Maximum von Schleimsäure, nämlich 16,88 Th. und aufserdem wenig Kleesäure; gröfserer Zusatz von Salpetersäure vermindert die Schleim- und vermehrt die Kleesäure.

Eigenschaften des Bassorins. Es ist starr, unkrystallisirbar, halb durchscheinend, schwierig zu pülvern, ohne Farbe, Geschmack und Geruch, unlöslich in kalten und warmen Wasser, blofs darin beträchtlich aufschwellend, auch unlösbar in Alkohol und nicht der Weingährung fähig; es giebt mit Schwefelsäure eine krystallisirbare, süfse, aber nicht der Weingährung fähige Substanz, und 100 Th. mit 1000 Th. Salpetersäure von 1,339 behandelt, liefern 22,61 Th. Schleimsäure aufser Kleesäure.

Dargestellt wird das Bassorin, indem man Bassora-Gummi mit kaltem Wasser wäscht, so lange als dieses noch etwas aufnimmt, und dann den Rückstand erst auf einem Seihtuch und hernach im Wasserbade vom Wasser befreit. Das von Pelletier aus Gummiharzen abgeschiedene Bassorin ist vielleicht mit diesem einerlei.

Eigenschaften des Cerasins. Es ist starr, unkrystallisirbar, halb durchscheinend, leicht zu pülvern, ohne Geschmack, Geruch und Farbe, unlöslich in Alkohol und nicht der Weingährung fähig. Es ist in kaltem Wasser unlöslich und schwellt blofs ein wenig darin auf; läfst man es aber längere Zeit, z. B. sechs Stunden mit Wasser sieden, so löst es sich auf und verwandelt sich dabei

*) Siehe den vorhergehenden Aufsatz.

in Arabin; denn wenn man die Lösung zur Trockne abdampft, findet man, dafs der Rückstand sich nun in kaltem Wasser löst. 100 Th. Wasser lösen bei 20° C. 13,15 Th., und bei 100° C. 19,03 Th.*). Das Bassorin erleidet diese Umänderung durch das Sieden nicht. Da nun das Cerasin, wie Hr. G. gefunden, auch gleiche Elementarzusammensetzung wie das Arabin hat, so betrachtet er dasselbe als eine isomerische Modification des letzteren.

Dargestellt wird das Cerasin aus dem Kirschgummi, wie das Bassorin aus dem Bassoragummi, nämlich durch Waschen des Kirschgummi's mit kaltem Wasser so lange dieſs noch etwas auszieht. Der Rückstand ist das Cerasin. Thomson belegt mit diesem Namen zwar auch den unlöslichen Theil des Traganthgummi; dieſs ist aber Bassorin, und nicht das Cerasin des Hrn. Guérin.

Elementar-Zusammensetzung der drei Gummistoffe. Nach Hrn. Guérin's Analysen ist dieselbe folgende:

	Arabin und Cerasin **)		Bassorin.	
	Gewicht.	Atome.	Gewicht.	Atome.
Kohlenstoff	43,81	6	37,28	10
Sauerstoff	49,85	5	55,87	11
Wasserstoff	6,20	10	6,85	22
Stickstoff	0,14			
	100,00		100,00.	

*) Guibort bemerkt hiegegen (*Journ. de chim méd.* 1832, *p.* 432), dafs sich 1 Th. Mimosengummi bei gewöhnlicher Temperatur schon in 2 Th. Wasser löse; vielleicht sind hier wie vorhin filtrirbare Lösungen gemeint. *P.*

**) Hr. Guérin giebt nicht die Resultate seiner Analyse des Cerasins an; da er aber sagt, es habe gleiche Zusammensetzung mit dem Arabin, so ist es hier sogleich neben letzteres gestellt. Dagegen führt der Verfasser als nähere Bestandtheile des *Cerasins* an, vor dem Kochen mit Wasser: 90,6 *Cerasin* und 8,4 Wasser aufser 1,0 Asche, nach dem Kochen: 90,587 *Arabin* und 8,402 Wasser aufser 1,011 Asche. Die nahe Gleichheit der Menge des Cerasins und Arabins in diesen beiden Fällen gebraucht er mit als Beweis der isomeren Umwandelung des ersten in das letztere.

Die geringe Menge des Stickstoffs im Arabin betrachtet der Verfasser als zufällig.

Nach diesen Gummistoffen zerfallen nun die verschiedenen Gummi-Arten in folgende drei Klassen.

— Ich mufs indefs bekennen, nicht recht einzusehen, was Hr. Guérin hier beim Cerasin und in der Folge bei allen Educten aus den nur theilweis löslichen Gummiarten unter dem Wassergehalt eigentlich verstehe. Er trocknete alle diese Educte auf dem Wasserbade, also wohl bei 100° C.; vor der Verbrennung scheint er diese Stoffe im Vacuo bei 125° C. getrocknet zu haben. Der angegebene Wassergehalt wäre also der, welchen die Substanzen bei 100° einschliefsen und bei 125° verlieren; bei 100° C. enthält aber nach Berzelius das Mimosengummi wenigstens kein Wasser, welches ihm durch Erhitzung mit Bleioxyd entzogen werden könnte. Oder trocknete Hr. G. seine Educte auf dem Wasserbade nur in gewönlicher Temperatur, für die auch offenbar der Wassergehalt der natürlichen Gummiarten gilt. Jedenfalls hätte diefs wohl gesagt zu werden verdient; allein die Abhandlung des Verfassers enthält nicht das mindeste Detail sowohl in dieser Beziehung als überhaupt in Bezug auf die Analysen, wohl aber häufige Spuren einer nachlässigen Abfassung. So z. B. ist gewöhnlich neben der unmittelbaren Zusammensetzung aus Wasser und Arabin oder Bassorin oder Cerasin auch die entferntere aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff angegeben, ohne dafs dabei bemerkt wird, dafs sich die letztere, wie höchst wahrscheinlich, nicht auf das Ganze, sondern nur auf das in dem Gummi enthaltene bei 125° C. getrocknete Arabin, Bassorin oder Cerasin beziehe. — Aus diesem Grunde sind die Resultate der Elementar-Analysen der zusammengesetzten Gummiarten hier übergangen, zumal sich diese, wenn die Verhältnisse der näheren Bestandtheile und die Elementarbestandtheile der einfachen Gummistoffe richtig angegeben sind, aus beiden berechnen liefsen. Uebrigens stimmt die für das Arabin gefundene Zusammensetzung weder mit Prout's noch mit Berzelius's Angaben. Prout's Resultate (Annal. Bd. XII S. 270) geben

für das ungetrocknete Mimosengummi die Formel		$C^{25}\dot{H}^{30}$
für das bei 100° C. getrocknete	- -	$C^{25}\dot{H}^{24}$
letzteres bekommt nach Berzelius	- -	$C^{26}\dot{H}^{24}$
nach Guérin dagegen	- -	$C^{24}\dot{H}^{20}$

P.

Arabisches Gummi. Ist bald farblos, bald gelb, roth oder braun gefärbt, welche Farben es jedoch bei längerem Liegen im Sonnenschein, oder besser noch bei Erhitzung bis 100° C. verliert. Befeuchtet, röthet es Lackmuspapier und schmeckt zuweilen sauer. Es hat eine Dichte von 1,355. Seine wäfsrige Lösung ist immer etwas trübe, und setzt auf dem Filtrum eine Substanz ab, die bei Erhitzung Ammoniak ausgiebt, wie auch Saussure und Vauquelin fanden. Mehrmals siedend mit starkem Alkohol behandelt, tritt es diesem Chlorcalcium, Chlorkalium, sauren äpfelsauren Kalk, essigsaures Kali, Chlorophyll und eine wachsartige Materie ab. Eingeäschert, hinterläfst es: kohlensaures Kali, kohlensauren Kalk, sehr wenig phosphorsauren Kalk, Chlorkalium, Eisenoxyd, Thonerde, Kieselerde und Talkerde.

Es besteht in 100 aus 79,4 Arabin und 17,6 Wasser aufser 3 Asche.

Senegalgummi bildet zuweilen faustgrofse, eiförmige, oft hohle Stücke von 1,436 Dichte, im Uebrigen aber denselben Eigenschaften wie das arabische Gummi. 100 Th. Wasser lösen bei 20° C. 18,49 Th., bei 100° C. 24,17 Th. Alkohol, Chlor, Schwefelsäure und Salpetersäure wirken auf dasselbe wie auf das arabische Gummi. 100 Th. geben, mit 500 Th. Salpetersäure behandelt, 16,7 Th. Schleimsäure aufser Oxalsäure.

Es besteht in 100 aus 81,1 Arabin und 16,1 Wasser aufser 2,8 Asche.

Leinsaamenschleim. Behandelt man ausgesuchten Leinsaamen bei einer Temperatur von 50° bis 60° zu mehren Malen eine halbe Stunde lang mit dem achtfachen Gewicht Wasser, seiht den Schleim ab und dampft ihn auf dem Wasserbade in einer Porcellanschale (in einer Metallschale würde er zu sehr adhäriren) zur Trockne, so bekommt man eine Masse, die röthlich, bröcklich, leicht zu pülvern und unkrystallisirbar ist, eigenthümlich, ge-

wissermafsen nach Osmazom riecht, Lackmus röthet, bei Erhitzung Ammoniak ausgiebt, sich nicht in Alkohol löst und in kaltem Wasser beträchtlich aufquillt.

Hiebei löst das kalte Wasser einen Theil, während ein anderer ungelöst bleibt. Die Lösung wird weder durch Galläpfelaufgufs noch durch Chlor gefällt, auch nicht durch Jod gebläut (nur dann, wenn man statt des ganzen Saamens Leinsaamenmehl genommen, weil diefs wahrscheinlich mit Kornmehl verfälscht ist). Hr. G. findet den ganzen Schleim bestehend aus 52,70 Proc. löslichen Theilen, 29,89 Proc. unlöslichen, und 10,30 Wasser aufser 7,11 Asche.

Das Lösliche hat im Ganzen die Eigenschaften des Arabins. 100 Th. Wasser lösen 18,01 Th. bei 20°, und 23,71 Th. bei 100°. Mit dem vierfachen Gewichte Salpetersäure erhitzt, giebt es 14,25 Schleimsäure aufser Kleesäure. Es besteht, nach Hrn. G. aus: 67,5 Arabin nebst etwas stickstoffhaltiger Substanz und 14,0 Wasser aufser 18,5 Asche *).

Das Unlösliche hat Hr. G. nicht näher untersucht.

Zweite Klasse; bassorinhaltige.

Bassoragummi bildet schwach gelbliche Stücke von mittlerer Gröfse, die zuweilen hohl, zuweilen abgeplattet und gefurcht, manchmal auch mit Auswüchsen versehen sind und eine Dichte von 1,359 besitzen. An siedenden Alkohol tritt es Chlorophyll, eine wachsartige Substanz, essigsaures Kali, Chlorcalcium und sauren äpfelsauren Kalk ab. In kaltem Wasser quillt es stark auf, ein Theil löst sich, ein anderer bleibt ungelöst.

Der unlösliche Theil besteht aus Bassorin, nebst

*) Hr. G. giebt hier ebenfalls wieder die Elementarzusammensetzung, nämlich $C^6O^5H^9$; wahrscheinlich bezieht sich auch diese nicht auf das gesammte Lösliche des Leinsaamengummi's, sondern nur auf das darin enthaltene trockne Arabin. Auffallen mufs es aber immer, wie hier 1 At. Wasserstoff zu wenig gefunden ist. *P.*

phosphorsauren Kalk, Alaunerde, Kieselerde, Eisenoxyd und Magnesia.

Der lösliche Theil dagegen ist zusammengesetzt aus 81,2 Arabin und 12,3 Wasser aufser 6,5 Asche. 100 Th. Wasser lösen 17,28 Th. bei 20°, und 22,98 Th. bei 100°. — 100 Th. mit 400 Th. Salpetersäure erhitzt, geben 15,42 Th. Schleimsäure aufser Kleesäure.

Traganthgummi hat eine Dichte von 1,384; bis 40° oder 50° erhitzt läfst es sich leichter pülvern als in gewöhnlicher Temperatur; in Wasser schwillt es aufserordentlich auf, und wenn man den Schleim einige Wochen lang an der Luft stehen läfst, verbreitet es, besonders wenn die Temperatur etwas erhöht ist, einen ähnlichen Geruch wie Stärkmehlkleister unter gleichen Umständen oder wie Buttersäure. Der durch Sieden aus dem Traganthgummi erhaltene Kleister wird von alkoholischer Jodlösung blau, herrührend von unlöslichem Stärkmehl (was übrigens bekannt ist), das nach Guérin's mikroskopischen Untersuchungen in kleinen Körnern die Traganthstücke bekleidet *). Kocht man Traganth mit dem 40fachen Gewicht Wassers und filtrirt die Flüssigkeit durch dreifaches Papier, so bläut das Durchgegangene Jodlösung nicht, während das auf dem Filter zurückbleibende es thut.

Das Traganth besteht, nach Hrn. G., in 100 aus 53,3 Arabin, 33,1 Bassorin nebst unlöslichem Amylum und 11,1 Wasser aufser 2,5 Asche. Digerirt man 1 Th. Traganth längere Zeit kalt mit 100 Th. Wasser, filtrirt die Lösung, wäscht den Rückstand gehörig und dampft das Gelöste im Wasserbade in einer Silberschale ein, so hat man dasselbe in zwei Theile zerlegt.

Das Lösliche hat die Eigenschaften des Arabins und

*) Diese Amylumkörnchen sind, nach Hrn. G., theils rund, theils länglich. Die runden weichen nur darin von den Amylumkörnchen der Kartoffeln ab, dafs ihr innerer Theil aus Arabin besteht, der der letzteren dagegen lösliches Amylum enthält.

besteht aus 76,4 Arabin und 12,1 Wasser aufser 11,5 Asche. Hundert Wasser lösen 17,43 Th. bei 20°, und 23,34 Th. bei 100°. — 100 Th. geben mit 400 Th. Salpetersäure 15,21 Schleimsäure aufser Kleesäure.

Das Unlösliche, das man auch durch hinreichendes Kneten des Traganth mit kaltem Wasser und nachheriges Trocknen im Wasserbade bereiten kann, ist schuppig, schmutzig weifs, ziemlich leicht zu pülvern, unkrystallisirbar, ohne Geruch und Geschmack, unveränderlich an der Luft, unlöslich in kaltem und heifsem Wasser, nur sehr darin aufquellend und einen dicken Schleim bildend, unlöslich in Alkohol und blau werdend durch Jod. 100 Th. mit 1000 Th. Salpetersäure behandelt, geben 22,53 Th. Schleimsäure aufser Kleesäure. Es besteht aus 77,02 Bassorin nebst unlöslichem Amylum, und 18,71 Wasser aufser 4,27 Asche.

Dritte Klasse; cerasinhaltige.

Kirschgummi hat eine Dichte von 1,475 und ist farblos oder gefärbt; röthet Lackmus und schmeckt zuweilen sauer; schwillt im kalten Wasser langsam auf, ohne sich jemals ganz darin zu lösen, löst sich aber in siedendem Wasser bis auf einige Holzfaserchen vollständig und ist dann verändert; wird von Alkohol aus der wäfsrigen Lösung gefällt (gegen Thomson's Angabe); verhält sich gegen Licht, Wärme, Chlor, Alkohol, Schwefelsäure und Salpetersäure wie arabisches Gummi. 1000 Th. geben, mit 400 Th. Salpetersäure behandelt, 15,54 Th. Schleimsäure und überdiefs Oxalsäure. Es besteht aus 52,1 Arabin, 34,9 Cerasin und 12,0 Wasser aufser 1,0 Asche. Letztere enthält, mit Ausnahme des schwefelsauren Kali's, alle Bestandtheile der Asche des arabischen Gummi's.

Aprikosengummi, ganz dem Kirschgummi ähnlich und von 1,469 Dichte; giebt, mit dem vierfachen Gewicht Salpetersäure erhitzt, 15,97 Proc. Schleimsäure und aufser-

dem Oxalsäure; besteht aus 89,85 Arabin nebst Cerasin und 6,82 Wasser aufser 3,33 Asche.

Pflaumengummi, von 1,491 Dichte, sonst ganz dem vorhergehenden ähnlich, und unter gleichen Umständen wie jenes 15,78 Proc. Schleimsäure, aufser Oxalsäure, gebend; besteht aus 82,23 Arabin nebst Cerasin und 15,15 Wasser aufser 2,62 Asche.

Pfirsichgummi, Dichte 1,421, Eigenschaften wie beim vorhergehenden, neben Oxalsäure 14,99 Proc. Schleimsäure liefernd, und bestehend aus: 82,6 Arabin nebst Cerasin und 14,21 Wasser aufser 3,19 Asche.

Mandelgummi, Dichte: 1,453, Eigenschaften ganz wie alle vorhergehenden, und wie diese mit Salpetersäure behandelt, aufser Oxalsäure 15,03 Proc. Schleimsäure gebend. Zusammensetzung: 83,24 Arabin nebst Cerasin und 13,79 Wasser aufser 2,97 Asche.

Zuletzt hat Hr. Guérin noch den *Milchzucker* untersucht, weil derselbe, seiner Meinung nach, aufser den Gummiarten der einzige Körper ist, welcher, mit Salpetersäure behandelt, Schleimsäure bildet *). Das Maximum von Schleimsäure, nämlich 28,62 Th., aufser Oxalsäure, erhält man, nach ihm, wenn 100 Th. Milchzucker mit 600 Th. Salpetersäure behandelt werden, und man bekommt sie dabei in kleinen durch einander liegenden Krystallen, anscheinend rectangulären Prismen. 100 Th. Wasser lösen 10,91 Milchzucker bei 20° C. und 96,7 Theile bei 100°. Der Milchzucker enthält 0,8 Procent Wasser und hinterläfst 0,02 Proc. Asche **).

*) Auch das Picromel giebt auf gleiche Art eine bedeutende Menge Schleimsäure. *P.*

**) Die nun folgende Untersuchung über die Frage: Ob die durch Salpetersäure aus den Gummiarten gebildete Aepfelsäure identisch sey mit der natürlichen, ist durch den vorhergehenden Aufsatz überflüssig gemacht. *P.*

V. *Ueber die Bereitung des Kreosots und Kreosotwassers;*

von Dr. Reichenbach.

In Betreff der Bereitung des Kreosots machen es neuere Beobachtungen, die sich mir ergaben, dringend nothwendig, einige wichtige Warnungen mitzutheilen. Die langwierigen Vorrichtungen nämlich, welche mit der Darstellung des Kreosots verbunden sind, machten es mir sehr wünschenswerth kürzere Wege zu finden und die Methode zu vereinfachen. Ich glaubte auch dahin gelangt und mit ungleich weniger Mühe zu einem zwar nicht chemisch, doch wenigstens zureichend medicinisch reinen Kreosot glangt zu seyn, als plötzlich die unerwartete Nachricht einlief, dafs die Kranken bei innerlichem Gebrauche des Kreosots starkes Erbrechen bekämen. Ueber den Grund hievon konnte ich keinen Augenblick im Zweifel seyn, denn ich kenne schon seit lange her einen eigentlichen Stoff in den empyreumatischen Substanzen, der die Eigenschaft, Erbrechen zu erregen, in einem wahrhaft erschreckenden Grade besitzt. Wenn man ihn nämlich nur mit einem Glasstäbchen auf die Zunge bringt, um seinen Geschmack zu prüfen, ohne das Mindeste davon zu verschlucken, so kann man fast sicher seyn, dafs man sich innerhalb einer Minute eines heftigen Anfalles nicht mehr zu erwehren vermag. Er beginnt mit Zittern, starker Uebelkeit, das Gesicht wird schnell roth, die Augen treten starr hervor, und es erfolgt ein heftiges öfteres Erbrechen, dem eine den ganzen übrigen Tag fortdauernde Schwäche folgt. Diese auffallende Erscheinung habe ich schon mehrmals erlebt, und einigemal sogar in solchen Fällen, wo man es zuvor *bestimmt wufste*, dafs man den gefährlichen Körper vor sich hatte, und daher

mit dem Kosten desselben sehr vorsichtig zu Werke ging. Die Substanz, welcher diese Wirkungen zukommen, ist im unreinen Kreosot vorhanden, und mufs nothwendig absolut daraus abgeschieden werden, wenn man damit sicher zu Werke gehen können will. Ich vermag nicht zu beurtheilen, welche Wirkung sie beim Genusse oder beim äufserlichen Gebrauche haben mag; im ersten Falle gewifs eine äufserst gefährliche, da die geringe Menge von etwa einem halben Tropfen, der an einem Glasstäbchen hängen bleibt, blofs im Contacte mit der Mundhöhle schon so heftige Erscheinungen hervorbringt; im zweiten Falle aber weifs ich vorläufig nur so viel, dafs sie die Wirkung des Kreosots auf die Haut ungemein schwächt, indem diese, so lange es davon nicht gereinigt ist, ungleich träger sich zeigt. — Jenes Kreosot nun, welches das Erbrechen erregte, war auf jenem abgekürzten Wege dargestellt worden, und als ich es näher prüfte, ergab sich, dafs es in der That von dem Brechenerregenden Stoffe nicht völlig rein, und ich daher genöthigt war, zu meiner früheren langwierigen Reinigungsmethode zurückzukehren, die ein Kreosot lieferte, welches nicht nur durchaus keine Uebelkeit bei innerem Genusse erzeugte, sondern wovon wir sogar, bei dem guten Appetite, den unsere auf Lungensucht behandelten Patienten zeigten, auf die Vermuthung geleitet wurden, dafs es eher Appetit erweckend sey. Ich mufs daher dringend warnen, in dieser Hinsicht behutsam zu seyn, und von meinen Vorsichtsmafsregeln in Bereitung desselben, wie ich es in den öffentlichen Zeitschriften, namentlich im Schweigger'schen Jahrbuch und in diesen Annalen, Bd. XXVIII S. 125, angab, vor der Hand ja nicht abzuweichen. Ohne Gewissenhaftigkeit in diesem Betrachte könnte man leicht entweder das Kreosot ganz discreditiren, oder selbst unverantwortliches Unheil an Menschenleben anrichten. Die Eigenschaften des unbekannten Stoffes selbst, der ein farbloser, fadenspinnender, klebriger Körper von bitterem

und zugleich kratzendem Geschmack ist, werde ich spä ter bekannt machen, so wie ich Zeit gewinne, meine bis herigen Erfahrungen über ihn zu ordnen und zu vervoll ständigen. Erst wenn er zureichend studirt seyn wird wird man es wagen dürfen kürzere Wege zu seiner Ab scheidung aus Kreosot zu suchen.

Auch das Kreosotwasser, wie ich es bisher anwende liefs, bedarf in Rücksicht seiner Bereitung einiger Erinne rung. Es wurde nämlich nicht durch Auflösung von Kreo sot in Wasser bereitet, sondern ich verwendete zum medi cinischen Gebrauche das bei den Wasserdestillationen mi übergehende überflüssig gewordene Wasser, das ich sons hätte wegschütten müssen. Da dieses in Dampfgestalt mi den Kreosotdämpfen in Contact kömmt, so ist es gut ge sättigt und vielleicht vollständiger als jenes, das durch heifse Vermischung von Kreosot und Wasser durch Um schütteln erzeugt werden kann.

Blansko, im August 1833.

VI. *Ueber die Chinasäure und einige ihrer Verbindungen;*

von Hrn. S. Baup.

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. LI p.* 56.)

Das beste Verfahren zur Bereitung der Chinasäure, di übrigens nicht zuerst von Vauquelin i. J. 1806, son dern vom Apotheker Hofmann in Leer i. J. 179 (Crell's chemische Annal. 1790, II, S. 314) als eine ei genthümliche Säure erkannt wurde, ist Folgendes. Ma zersetze 6,2 Th. reinen chinasauren Kalks durch 1 Th. mi hinreichendem Wasser verdünnter Schwefelsäure, scheid den schwefelsauren Kalk ab, und dampfe die Flüssigkei in gelinder Wärme erst bis zur Syrupsdicke und dann

in

in einer Trockenkammer, oder, an freier warmer Luft, bis zur Trockne ab. Anwendung von Alkohol ist zu vermeiden, weil die Chinasäure mit demselben eine Verbindung eingeht, in der sie fast unkrystallisirbar ist; es ist daher besser sie durch wiederholte Umkrystallisirungen zu reinigen, doch mufs man dabei, wenn man regelmäfsige etwas grofse Krystalle erhalten will, Erschütterungen vermeiden, weil oft ein einziger Stofs an eine concentrirte Lösung dieser Säure einen körnigen pulverförmigen Absatz veranlafst.

Analysen, welche der Verfasser mit isolirter Chinasäure, mit wasserhaltigem chinasauren Kalk und basischem chinasauren Kupferoxyd anstellte, stimmten vollkommen mit dem folgenden berechneten Resultat.

Wasserfreie Chinasäure:

Kohlenstoff	50,000	15	Atome	
Wasserstoff	5,556	20	-	} 10 At. Wasser
Sauerstoff	44,444	10	-	

Hienach wäre die trockne Chinasäure isomer mit der Holzfaser, die, nach Trocknung bei 150° bis 165° C., zufolge der Prout'schen Analyse *), dieselbe Zusammensetzung hat.

Die krystallisirte Chinasäure entwickelt, zu 1 Grm. genommen, aus einem unlöslichen Carbonat 58,4 bis 58,8 C. C. Kohlensäure, auf 0° und 0m,76 reducirt, besteht also aus:

Wasserfreier Säure	95,238	1 Atom
Wasser	5,762	1 -

Das Atomgewicht der wasserfreien Säure wäre hienach, in Berzelius's Zahlen ausgedrückt, 2271,370.

In den neutralen chinasauren Salzen verhält sich der Sauerstoff der Säure zu dem der Base wie 10 : 1, und

*) Siehe Annal. Bd. XII S. 268. — Nach Liebig's früherer Analyse (Ann. Bd. XXI S. 39) besteht die Chinasäure aus $C^{15}H^{24}O^{12}$ oder $15C + 12\dot{H}$.

100 Th. wasserfreier Säure neutralisiren eine Menge Base, welche 4,444 Sauerstoff enthält.

Chinasaures Natron läfst sich sehr gut durch Sättigen von kohlensaurem Natron mit reiner krystallisirter Chinasäure und freiwilliges Verdunsten der Flüssigkeit darstellen. Es schmeckt nicht bitter, löst sich bei 15° C. in der Hälfte seines Gewichts Wasser, ist nicht wasserfrei, sondern enthält 4 Atome Wasser, und besteht aus:

Säure	72,581	84,906	100
Natron	12,903	15,094	17,777
Wasser	14,516.		

Neutrales und saures Kali- und Ammoniaksalz waren nicht krystallisirt zu erhalten.

Chinasaurer Kalk. Diefs in einigen Chinasorten in ziemlicher Menge vorkommende Salz krystallisirt in rhombischen Blättchen von etwa 78° und 112°, die oft durch Abstumpfung der scharfen Winkel sechsseitig sind. Es löst sich bei 16° C. in 6 Th. Wasser, und seine Löslichkeit nimmt schnell mit der Temperatur ab und zu. Es enthält 10 Atome Wasser und besteht aus:

Säure	60,403	86,539	100
Kalk	9,396	13,461	15,555
Wasser	30,201.		

Dafs Liebig nur 28,2 Proc. Wasser gefunden, rührt, nach Hrn. B., von der aufserordentlich schwierigen Trocknung dieses Salzes her; er selbst konnte durch Erhitzung bis 130° C., wobei das Salz manchmal anfing gelb zu werden, nicht mehr als höchstens 29,56 Procent Wasser austreiben (und hat demnach in der eben aufgestellten Zusammensetzung ein berechnetes Resultat gegeben). Ferner bemerkt er, es habe zwar seine Richtigkeit mit Liebig's Angabe, dafs der chinasaure Kalk beim Glühen in einer Glasröhre kohlensauren Kalk hinterlasse, allein nicht minder wahr sey es, dafs, wenn man, wie die HH. Plisson und Henry, die Glühung in einem Platintiegel bei hinreichender Hitze vornehme, ätzender Kalk zurückbleibe.

Um chinasauren Kalk im Grofsen als Nebenproduct bei der Fabrikation des schwefelsauren Chinins zu gewinnen, giebt Hr. Baup folgende Vorschrift. Man macerire gelbe China zwei bis drei Tage lang mit einer hinreichenden Menge kalten Wassers, gieſse dann die Flüssigkeit ab, schlage durch Kalkmilch das rohe Chinin nieder, sondere dieses ab, setze eine neue Quantität Kalkmilch in Ueberschufs hinzu, sondere auch den zweiten Niederschlag, der als unnütz fortzuschütten ist, ab, und dampfe ein. Vor der Eindampfung kann man auch die Flüssigkeit durch Schwefelsäure sättigen, mufs sie aber dann, wenn es nöthig wird, durch Abgieſsen vom schwefelsauren Kalk befreien. Die bis zur Consistenz eines dicken Syrups eingedampfte Flüssigkeit gesteht in der Kälte nach einigen Tagen zu einer krystallinischen Masse, die dann nur noch mit wenig kaltem Wasser anzurühren, auszupressen und mit Kohle oder durch wiederholtes Umkrystallisiren zu reinigen ist. Nach der ersten, zum beabsichtigten Zweck genügenden Maceration kann die China weiter auf die Gewinnung des Chinins benutzt werden.

Chinasaurer Strontian löst sich bei 12° C. schon in 2 Th. und bei höherer Temperatur in noch weit weniger Wasser, verwittert schnell und bekommt ein perlmutterartiges Ansehen. Durch Alles diefs unterscheidet er sich von dem Kalksalz, mit dem er übrigens isomorph zu seyn scheint. Er enthält 10 Atome Wasser, von denen 3 beim Verwittern fortgehen, und besteht in 100 aus:

Säure	55,901	77,586	100
Strontian	16,149	22,414	28,888
Wasser	27,950.		

Chinasaurer Baryt mufs, soll er ganz neutral seyn, durch Sättigen von Chinasäure mit kohlensaurem Baryt bereitet werden, krystallisirt in Dihexaëdern, nicht in scharfen Octaëdern, wie Henry und Plisson angeben, verwittert nicht an der Luft, enthält 6 Atome Wasser und besteht aus:

Säure	58,064	70,312	100
Baryt	24,516	29,688	42,222
Wasser	17,420.		

Chinasaure Kupfersalze. Deren giebt es zwei, die bisher verwechselt worden sind, ein neutrales und ein basisches. Das *neutrale* Salz erhält man, wenn Chinasäure nicht ganz vollständig mit kohlensaurem oder reinem Kupferoxyd gesättigt und die Lösung dem freiwilligen Verdampfen ausgesetzt wird. Es schiefst dann in blafsblauen, verwitternden, blättrigen Nadeln an. Scheidet sich dabei ein grünliches Salz ab, so mufs dieses entfernt werden; zur völligen Reinheit des neutralen Salzes mufs man es in einer geringen Menge mit Chinasäure schwach angesäuerten Wassers auflösen und umkrystallisiren, auch die erhaltenen Krystalle, nachdem sie mit wenig kalten Wassers gewaschen sind, einige Zeit auf Fliefspapier unter eine befeuchtete Glocke legen. Die Lösung des neutralen Salzes läfst schon in der Kälte und noch leichter in der Wärme basisches Salz fallen; zur Verhütung dieser Zersetzung ist der Ueberschufs von Säure in der Lösung nöthig.

Die Krystalle des neutralen Salzes lösen sich bei gewöhnlicher Temperatur in 3 Th. Wasser, enthalten 5 Atome Krystallwasser, wovon sie 2 beim Verwittern verlieren, und bestehen aus:

Säure	67,925	Sauerstoff	10
Kupferoxyd	15,094	-	1
Wasser	16,981	-	5

Das *basische* Salz erhält man direct durch Erwärmen einer verdünnten Lösung von Chinasäure mit kohlensaurem oder reinem Kupferoxyd in Ueberschufs, oder durch Zersetzung eines chinasauren Salzes mit essigsaurem, nicht aber schwefel- oder salpetersaurem Kupfer. Es bildet glänzende, schön grüne, an der Luft unveränderliche Kryställchen, löst sich bei 18° C. in 1150 bis 1200 Theilen Wasser, reichlicher in siedendem, und

schiefst daraus beim Erkalten an. Es hat die ziemlich unregelmäfsige Zusammensetzung:

Säure	57,931	Sauerstoff	14
Kupferoxyd	27,586	-	3
Wasser	14,483	-	7

Chinasaures Bleisalz. Das *neutrale* krystallisirt nur bei Syrupsconsistenz der Lösung und ist dann schwer von dieser abzusondern. Ein Theil dieser Masse getrocknet, gepülvert und so lange als er noch an Gewicht verlor in einem geheitzten Zimmer aufbewahrt, enthielt dann 2 Atome Wasser und bestand aus:

Säure	58,065	Sauerstoff	10
Bleioxyd	31,128	-	1
Wasser	5,807	-	1

Das *basische* Salz erhält man zwar leicht durch Zersetzung von chinasaurem Natron oder besser Ammoniak mit basisch essigsaurem Blei; allein es ist in letzterem auflöslich, und daher darf von diesem kein Ueberschufs, oder besser nicht ganz die zur Fällung nöthige Menge hinzugefügt werden. Das basisch chinasaure Blei wird auch leicht durch die Kohlensäure der Luft zersetzt, und mufs daher, nachdem es gewaschen und zwischen Fliefspapier ausgepreſst ist, unter der Luftpumpe oder einer Glasglocke über gebranntem Kalk oder concentrirter Schwefelsäure und dann erst in der Wärme getrocknet werden. Im wasserfreien Zustande besteht es aus:

Säure	27,273	Sauerstoff	10
Bleioxyd	72,727	-	4,3

Der Wassergehalt war nicht mit Sicherheit zu bestimmen; wie es schien verhielt sich der Sauerstoff der Base zu dem der Säure und des Wassers zusammengenommen wie 1 : 6.

Chinasaures Silberoxyd wird aus seiner Lösung durch Abdampfen im Finstern oder unter der Luftpumpe als ein wasserfreies, sehr weifses Salz in kugel- oder warzenförmiger Gestalt erhalten. Beim Erhitzen schmilzt es bald,

bläht sich auf und hinterläfst nach Ausstofsung vieler Dämpfe metallisches Silber.

Säure	60,811	100
Silberoxyd	39,189	64,444

Chinasaures Cinchonin ist bei 15° C. in der Hälfte seines Gewichts Wasser löslich und enthält 4 Atome Wasser. Vom Alkohol erleidet es eine Zersetzung; aus einer warmen Auflösung in demselben setzen sich nämlich kurze, platte, 4- oder 6seitige, schief abgeschnittene Prismen ab, die farblos und glänzend sind, an gewöhnlicher wie an trockner Luft, und in geringer Wärme unveränderlich scheinen, nach langer Zeit aber (aus einem von Hrn. B. nicht ermitteltem Grunde) völlig opak werden, an feuchter Luft zerfliefsen, sehr löslich sind, in beiden Fällen etwas Cinchonin absetzen (bei Auflösung in dem mehrfachen Volum Wasser aber erst nach einiger Zeit und in Krystallen) und eine alkalisch reagirende Flüssigkeit geben, während die alkoholische Flüssigkeit, aus der sie sich absetzten, Lackmus röthet.

Chinasaures Chinin enthält 4 Atome Krystallwasser und löst sich bei 11° C. in 3,5 Th. Wasser und in 8,88 Th. Alkohol.

VII. *Ueber die Zusammensetzung der Chinasäure;*

von Justus Liebig.

Bei vorstehender Arbeit von Baup ist, wie bei den meisten Untersuchungen der französischen Chemiker, das Detail der Analysen gänzlich übergangen, so dafs man

zur Beurtheilung derselben keinen Anhaltpunkt hat. Der Zweck einer *Untersuchung* ist keinesweges, an die Stelle einer Meinung eine andere zu setzen, sondern er umfafst das Wesen und Verhalten einer Verbindung, oder einer Erscheinung in ein klares unzweideutiges Licht zu stellen, die Beweise, dafs es aus keinem anderen Gesichtspunkte betrachtet werden kann, liefern die begleitenden Versuche. Die Angabe der theoretischen Resultate allein drückt nichts weiter als die Ansicht des Experimentators aus, sie ist immer nur ein einseitiges Urtheil, welches noch bestritten werden kann. Diese Betrachtungen müssen sich einem Jeden beim Durchlesen der Abhandlung von Baup aufdringen; weder die Methoden der Analysen der Salze, noch die Art, wie er das Krystallwasser bei den meisten zu bestimmen im Stande war, sind angegeben. Wenn der chinasaure Kalk nicht ohne Zersetzung von allem Wasser befreit werden kann, wie verhält sich in dieser Hinsicht der chinasaure Baryt u. s. w., und hat Baup diesen Wassergehalt bei allen, so wie bei dem Kalksalz, blofs durch Induction bestimmt.

Bei einem so gewissenhaften Experimentator, wie Baup, vermifst man in einer so umfassenden Arbeit die Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen mit um so gröfserem Bedauern.

Ich habe die Zusammensetzung der Chinasäure, so wie sie in dem bei 100° bis 120° getrockneten Kalksalze enthalten ist, bestimmt, ohne daraus einen Schlufs weder für die der krystallisirten, noch für die Constitution der wasserfreien Säure zu ziehen. Man wird diese Zurückhaltung leicht erklärlich finden, wenn man sich an das Verhalten der Verbindungen des Kalks mit anderen organischen Säuren erinnert, welche der Chinasäure ziemlich ähnlich sind. Citronensaurer und weinsteinsaurer Kalk enthalten beide eine gewisse Menge Wasser, welche durch Hitze nicht ausgetrieben werden kann.

Nach meiner Analyse, mit Zugrundlegung des Atom-

gewichts der Chinasäure von Baup, enthält das Kalksalz, bei 100° bis 120° getrocknet, 2 Atome Wasser.

Die basischen Salze, welche Baup untersucht hat, hätten ihn vor allen anderen zu entscheidenden Schlüssen führen müssen, eine Verbrennung derselben würde über die Constitution der Säure jeden Zweifel verbannt haben.

Wenn man das Atomgewicht der Säure von Baup einer Berechnung des basischen Bleisalzes und Kupfersalzes zu Grunde legt, so ergiebt sich daraus, dafs in dem ersten 3 At. Säure mit 13 At. Base und in dem Kupfersalze 6 At. Säure mit 13 At. Base enthalten sind. Wenn man auch in beiden Salzen Gemenge von zwei Verbindungen annimmt, so ist diese Zusammensetzung immer unwahrscheinlich.

Nach dem Atomgewicht der Säure, so wie sie in dem von mir untersuchten Kalksalze enthalten ist, berechnet, wäre das basische Bleisalz nach der Formel $\bar{C}h\dot{P}b^5$, das basische Kupfersalz nach der Formel $2\,\bar{C}h\dot{C}u^5$ zusammengesetzt, da man aber keinen Grund hat, in den basischen Salzen einen Gehalt von Krystallwasser vorauszusetzen, der wahrscheinlicherweise einen Bestandtheil des getrockneten Kalksalzes ausmacht, und im Gegentheil die getrockneten basischen Salze so lange als wasserfrei zu betrachten sind, als ein Wassergehalt nicht bewiesen werden kann, so stehen diese Formeln der Wahrheit nicht näher.

Diese Betrachtungen bestimmten mich, meine früheren Versuche über die Chinasäure wieder aufzunehmen. In der Hoffnung, durch die Untersuchung des basischen Kupfersalzes den Schlüssel zur wahren Constitution der Säure zu finden, habe ich die Analyse desselben vergleichungsweise mit der des Kalksalzes aufs Neue vorgenommen. Das Atom-Verhältnifs der wasserfreien Säure ist darnach von dem, welches Baup angiebt, verschieden, und die Anomalien in dem basischen Blei- und Kupfersalze reihen sich, indem sie verschwinden, den ge-

wöhnlichen Gesetzen an, so wie man sie bei anderen Salzen findet.

Die Zusammensetzung der wasserfreien Säure ist 15 At. Kohlenstoff, 18 At. Wasserst. und 9 At. Sauerstoff. Die Analyse der Salze erfordert ungewöhnliche Sorgfalt; wenn man die Zahlen-Resultate vergleicht, so sieht man, dafs die Differenzen in einzelnen Milligrammen liegen.

Die Darstellung des basisch chinasauren Kupferoxyds ist mit Schwierigkeiten verbunden. Wenn man essigsaures Kupferoxyd und chinasauren Kalk zusammen abdampft, so erhält man, indem Essigsäure weggeht, dieses Salz in krystallinischen Rinden, aber nur in geringer Menge; direct, durch Sättigung von Chinasäure mit kohlensaurem Kupferoxyd, wird es leicht gebildet, seiner Schwerlöslichkeit wegen läfst es sich aber kaum von dem überschüssigen kohlensauren Kupferoxyd trennen; am leichtesten und in kleinen, aber regelmäfsigen Krystallen erhält man dieses Salz, wenn man chinasauren Baryt mit schwefelsaurem Kupferoxyd zerlegt, mit der Vorsicht, dafs etwas Barytsalz im Ueberschufs bleibt. Die klare Auflösung von neutralem chinasauren Kupferoxyd wird sodann mit etwas Barytwasser versetzt und abgedampft; das basische Salz krystallisirt beim Abdampfen.

Man mufs sich hüten, einen Ueberschufs von Barytwasser zuzusetzen, denn diese Base so wie die Alkalien verhalten sich gegen die Salze der Chinasäure, die durch schwere Metalloxyde gebildet worden, wie gegen die entsprechenden weinsteinsauren Salze; ein Ueberschufs des Alkali's löst nämlich das anfänglich niederfallende Metalloxyd vollkommen wieder auf.

Das basisch chinasaure Kupferoxyd besitzt eine ausgezeichnet schöne grüne Farbe, an der Luft verliert es nichts von seinem Glanze, bei 100° bis 120° verliert es hingegen sein Krystallwasser.

1,525 verloren 0,190 Wasser
0,487 - 0,063 -

Demnach enthalten 100 Theile Salz 12,83 Krystallwasser.

0,626 hinterliefsen nach wiederholtem Glühen und Anfeuchten mit Salpetersäure 0,173 Oxyd =27,63 Proc.

Das Salz enthält mithin in 100 Theilen:

59,54 Säure
27,63 Oxyd
12,83 Wasser.

Die Chinasäure enthält Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältnifs, wo sie Wasser bilden, sie enthält ferner 15 Atome Kohlenstoff. Nach meiner früheren Analyse enthält die Säure in dem Kalksalze 15 At. Kohlenstoff und 12 At. Wasser. Nach Baup's Analyse dieselbe Menge Kohlenstoff und 10 At. Wasser. Die Schwierigkeit, über dieses Verhältnifs zu entscheiden, liegt nun gerade darin, dafs man bei den verschiedenen Salzen ungewifs bleibt, welche Quantität Wasser als solches dem Salze, oder als Wasserstoff und Sauerstoff der Säure angehört. Das Atomgewicht der Säure, nach der obigen Analyse des Kupfersalzes berechnet, ist =1087,3; da nun diese Zahl offenbar nur das halbe Atomgewicht ausdrückt, indem in diesem Salze die Menge des Kupferoxyds doppelt so grofs als in dem neutralen ist, so geht daraus hervor, dafs das Atomgewicht der Säure, aus obiger Analyse bestimmt, durch die Zahl 2174,6 ausgedrückt wird. Diese Zahl ist kleiner als das Mischungsgewicht, welches Baup angiebt, und zwar genau um 1 At. Wasser kleiner, man wird aber sogleich sehen, dafs das Atomgewicht der Säure in dem Kalksalze noch um 2 Atomgewichte Wasser gröfser ist, oder was das nämliche ist, das Kalksalz enthält 2 At. Wasser, welche durch Wärme daraus nicht entfernt werden können. Die theoretische Zusammensetzung des Kupfersalzes ist folgende:

1 At.	Chinasäure	2158,90	60,001
2 -	Kupferoxyd	991,39	27,527
4 -	Wasser	449,91	12,472
		3600,20	100,000.

Die Zusammensetzung des basischen Bleisalzes ist der vorhergehenden ähnlich, nur enthält es doppelt so viel Oxyd. Ich habe in einer früheren Analyse von 0,862 basisch chinasaurem Bleioxyd 0,848 schwefelsaures erhalten, wonach das erstere in 100 Theilen aus

			gefunden
1 At. Chinasäure	2158,9	27,91	27,48
4 - Bleioxyd	5578,0	72,09	72,52
	7736,9		

zusammengesetzt ist.

Der chinasaure Kalk, den ich zu den folgenden Analysen benutzte, habe ich durch Hrn. Pelouze erhalten, er war von ausgezeichneter Schönheit und Weifse, und eine Untersuchung liefs keine Spur einer fremden Beimischung entdecken. Das Salz besafs aber einen etwas schimmlichen Geruch, wahrscheinlich weil es noch etwas feucht in einem luftdicht verschlossenen Gefäfse versandt worden war.

2,900 Grm. verloren bei 120° 0,858 Wasser = 29,59 Proc.
4,008 - - - - 1,228 - = 30,03 -

0,855 getrocknet. Kalksalz hinterliefsen 0,199 kohlens. Kalk
0,872 - - - 0,204 - -
0,983 - - - 0,233 - -
2,710 - - - 0,636 = 23,46 Proc.

Der Wassergehalt, welchen Baup erhielt, stimmt mit dem obigen sehr nahe überein; allein das Atomgewicht der Menge des nach der Calcination rückbleibenden kohlensauren Kalks berechnet, ist nach diesen Analysen gröfser als das von Baup gefundene, und etwas kleiner als das Atomgewicht, so wie ich es bei früheren Analysen fand.

Um dieser Resultate völlig gewifs zu seyn, habe ich mir chinasauren Kalk aus einer anderen Quelle, nämlich von Hrn. Jobst in Stuttgart, verschafft, welcher dieses

Salz im Grofsen und von ausgezeichneter Reinheit liefert. Die sorgfältigste Prüfung liefs auch hierin nicht die geringste Unreinigkeit entdecken. Die Analyse dieses Salzes lieferte folgende Resultate:

1,146 Grm. verloren bei 150° 0,339 Wasser =29,58
0,624 getrocknetes Salz hinterliefsen 0,146 kohlens. Kalk
0,561 - - - 0,230 - -

Nach beiden Analysen enthalten 100 Theile Salz 13,059 Kalk.

1,074 krystallisirtes Salz hinterliefsen 0,176 kohlens. Kalk
1,264 - - - 0,203 - -

Das krystallisirte Salz enthält nach der ersten Analyse 9,2205 Proc., nach der zweiten 9,146 Proc. Kalk.

Die theoretische Zusammensetzung des getrockneten Salzes ist folgende:

1 At.	Chinasäure	2158,90	87,006
2 -	Wasser	224,95	
1 -	Kalk	356,01	12,994
		2739,86	100.

Das krystallisirte Salz besteht aus:

1 At.	Chinasäure	2158,90	61,692
2 -	Wasser	224,95	
10 -	Wasser	1124,79	29,107
1 -	Kalk	356,01	9,201
		3864,65	100.

Das krystallisirte Kalksalz enthält mithin 12 Atome Wasser, von welchem 2 Atome nach dem Trocknen zurückbleiben.

Der Sauerstoff der Base verhält sich in den chinasauren Salzen zu der Säure =1 : 9. Ich habe kaum zu erwähnen, dafs der, nach dem Glühen des chinasauren Kalks, zurückbleibende kohlensaure so oft mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet und schwach geglüht worden ist, bis sein Gewicht sich dadurch nicht mehr ver-

mehrte. Hr. Baup erwähnt in seiner Abhandlung, dafs er von 100 Th. krystallisirtem chinasauren Kalk stets 9,370 bis 9,39 Proc. kaustischem Kalk erhalten hat, eine Quantität, welche mit dem berechneten Gehalt 9,396 Proc. zusammenfällt. Ich gestehe, dafs ich es unmöglich fand, den Kalk im Rückstande frei von Kohlensäure zu erhalten, eine Erfahrung, die allgemein anerkannt und die Ursache ist, dafs man diese Art der Bestimmung des Kalks aus der Analyse verbannt hat.

Die Bestimmung des Krystallwassers im Kalksalze ist manchen Unrichtigkeiten dadurch ausgesetzt, dafs dieses Salz an trockner Luft in wenigen Tagen 10 bis 12 Procente verliert.

VIII. *Ueber die Verbindungen des Chlors mit dem Naphthalin;*

von Hrn. Laurent.

(*Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 275.)

Leitet man in gewöhnlicher Temperatur einen Strom von trocknem Chlor auf Naphthalin, so findet sogleich eine sehr lebhafte Einwirkung statt. Das Naphthalin schmilzt, und, wenn das Gas rasch einströmt, verflüchtigt sich in Gestalt eines neuen Products, das sich an benachbarte Körper ansetzt; zugleich entweichen Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure. Wenn der gröfste Theil des Naphthalins angegriffen ist, wird die anfangs flüssige Masse allmälig dick; es setzt sich eine weifse körnige Substanz ab, und einige Zeit hernach gesteht das Ganze zu einer Masse von der Consistenz eines verdickten Olivenöls. Ist noch nicht alles Naphthalin angegriffen, so mufs man die Masse durch Erwärmen des Gefäfses wieder flüssig machen und mit der Hineinleitung von Chlor fortfahren.

Nach beendigter Einwirkung besteht das Product aus zwei neuen Verbindungen, einer starren weifsen und körnigen, und einer öligen, schwach gelben, die eine gewisse Menge der ersteren aufgelöst enthält.

Um die starre Substanz, die ich festes Chlorid nennen werde, zu reinigen, mufs man das Gemenge in einem unten verschlossenen Glasrohr mit dem 4- oder 5fachen des Gewichts Aether rasch schütteln. Der Aether löst das ölige Chlorid sehr leicht, greift aber das feste kaum an. Wenn dieses sich nach einigen Secunden zu Boden gesetzt hat, gieſst man die überstehende Flüssigkeit ab, fügt neuen Aether hinzu und wiederholt diese Operation drei bis vier Mal; endlich bringt man Alles auf ein Filtrum, wäscht es mit etwas Aether und drückt es zwischen Josephspapier aus. Das so bereitete Chlorid bedarf zu seiner vollen Reinheit nur noch der Trocknung oder Schmelzung.

Bei Bereitung des Naphthalins mittelst der Einwirkung von Chlor auf Steinkohlentheer *) bemerkte ich bereits, dafs bei zu grofser Verlängerung des Stroms das Naphthalin angegriffen werde, und in ein neues Product übergehe, dieſs ist das eben beschriebene. Dieſs Verfahren ist rathsam, wenn man zugleich aus dem Theer andere Substanzen, die ich später kennen lehren werde, gewinnen will.

Ich habe kein Mittel gefunden, das ölige Chlorid ganz vom festen zu befreien, habe es aber folgendermafsen bereitet.

Nach Zusammengieſsung der ätherischen Flüssigkeiten habe ich sie der Destillation unterworfen, um blofs den gröfsten Theil des Aethers zu entfernen. Darauf setzte ich den Rückstand einer Kälte von —10° C. aus. Man mufs ihn lange in dieser Temperatur lassen, denn oft scheidet sich das feste Chlorid nach einer Stunde nicht bei —10° ab, während es nach einem oder zwei

*) Annalen, Bd. XXV S. 378.

Tagen schon bei +5° oder 10° C. herauskrystallisirt. Es ist gleichfalls nöthig, eine geringe Menge Aether darin zu lassen, damit das Oel mehr Dünnflüssigkeit habe und die Theilchen des festen Chlorids sich krystallinisch vereinigen können. Darauf hob ich das ölige Chlorid mit einem Stechheber ab und erwärmte es mäfsig, um den Rest des Aethers zu verjagen.

Obgleich das ölige Chlorid sich bei der Einwirkung des Chlors zuerst bildet, will ich doch zunächst die Eigenschaften des festen Chlorids beschreiben, denn die des ersten müssen von denen des letzteren etwas modificirt seyn, da jenes etwas von diesem zurückhält.

Festes Chlorid. Je nach seiner Bereitung bildet es entweder ein weifses, krystallinisches, etwas glänzendes Pulver, oder rhomboïdale, durchscheinende, glasglänzende Blättchen. Um es in letzterer Form zu erhalten, mufs man es in siedendem Aether lösen und durch Erkaltung herauskrystallisiren lassen; da es sich aber langsam löst und viel Aether erfordert, so thut man gut, es in einem jener starken Kolben mit eingeriebenem Stöpsel, wie man sie seit einiger Zeit im Handel findet, mit dem 30- bis 40fachen Volume Aether zu übergiefsen, den Kolben, nachdem sein Stöpsel aufgesetzt und festgebunden ist, in ein Sandbad zu stellen und bis einige Grade über dem Siedpunkt des Aethers zu erhitzen. Ist das Chlorid gelöst, läfst man den Kolben im Sandbade erkalten, und bekommt dann schöne durchscheinende Krystalle in rhomboïdalen Blättchen. Nach mikroskopischer Betrachtung scheinen es schiefe Prismen mit rhomboïdaler Basis von 105° und 75° zu seyn.

Diefs Chlorid schmilzt bei etwa 160° C. und gesteht beim Erkalten zu einer krystallinischen Masse. Treibt man die Temperatur höher, so zersetzt es sich unter Aufsieden; es entweichen Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure, und man erhält ein neues, schmelzbares und unkrystallisirbares Product, während auf dem Boden der Retorte eine

aufgeschwollene kohlige Masse zurückbleibt. In einem Gasstrom oder in einer schiefgehaltenen, an beiden Enden offenen Glasröhre erhitzt, verflüchtigt es sich dagegen ohne Zersetzung.

Es riecht stark und eigenthümlich, ist unlöslich in Wasser, löst sich auch in siedendem Alkohol nur höchst wenig, und fällt beim Erkalten fast ganz und in Schüppchen wieder heraus, ist aber löslicher in Aether, vorzüglich im warmen. An der Luft ist es unveränderlich, schmilzt man es auf Papier und zündet dieses an, so verbrennt es zugleich mit, und giebt eine dicke, rufsende, am Rande grüne Flamme; für sich ist es aber nicht brennbar, selbst nicht in Dampfform.

Chlor, *Brom* und *Jod* sind ohne Wirkung auf dasselbe. *Kalium* zersetzt es, bei gewöhnlicher Temperatur oder gelinder Erwärmung, mit schwacher Verpuffung und unter Lichtentwickelung; es bildet sich Chlorkalium, während sich viel Kohle absetzt, und, macht man den Versuch in einem Glasröhrchen, entweicht ein Gas, das mit grüner Flamme brennt. *Schwefelsäure* greift es nur nach lange fortgesetztem Sieden an, *Salpetersäure* eben so, verwandelt es aber dabei in gelbliche Kryställchen. *Chlorwasserstoffsäure* und *Ammoniak* sind wirkungslos. *Kali* scheint es kalt nicht zu verändern, beim Sieden verwandelt es aber dasselbe unter Bildung von Chlorkalium in eine neue krystallisirbare Verbindung.

Nach der Analyse von Dumas *), von der meine neuen Resultate nur beim Wasserstoff abweichen (0,6 Proc. weniger geben) hat man für die Zusammensetzung dieses Chlorids:

Kohle	44,69
Wasserstoff	3,12
Chlor	52,19
	100,00.

Ich

*) Annalen, Bd. XXVI S. 519. P.

Ich habe dieses Product auf's Neue analysirt, weil Hr. Dumas wegen der bei Einwirkung des Chlors auf das Naphthalin stattfindenden Chlorwasserstoff-Entwikkelung einige Zweifel in seine Formel setzte, und habe, da es nur sehr wenig Wasserstoff enthält, auf die Bestimmung des Wassers alle meine Sorgfalt gerichtet.

Ich bediente mich des Apparats von Hrn. Liebig, erhitzte zuvörderst das Rohr, liefs durch Saugen, mittelst eines zweckmäfsigen Apparats, einen trocknen Luftstrom durchstreichen, glühte gleichzeitig in einem bedeckten Tiegel Kupferoxyd, gemengt mit Kupfer, steckte, während es noch heifs war, das offene Ende des noch nicht erkalteten Rohrs in dasselbe, neigte darauf den Tiegel, so dafs eine zwei Zoll hohe Säule Kupferoxyd in das Rohr kam, und legte auf dieses Oxyd ein Stückchen von einem Glasstab. Andererseits wägte ich festes Chlorid ab, brachte es in ein Kölbchen von dünnem Glase und liefs dieses in das Rohr und senkrecht auf das Glasstückchen fallen, wodurch es zerbrach und das Chlorid auf das Kupferoxyd ausgeschüttet wurde. Ich bediente mich dieses Kölbchens, damit das Chlorid an den oberen und noch heifsen Theilen des Rohrs nicht schmelze und haften bleibe. Ich bedeckte dann das Chlorid mit heifsem Kupferoxyd, indem ich, wie zuvor, die Mündung des Rohrs in den schief gehaltenen Tiegel steckte. Ich brachte dann das Uebrige des Apparats in Ordnung, erhitzte die Röhre, die von dickem Glase seyn und mit einem Blatte Rauschgold bekleidet werden mufs, nach dem Verfahren des Hrn. Dumas bis zum Erweichen.

Die Resultate der Analyse von 0,5 Grm. Chlorids waren 0,816 Grm. Kohlensäure und 0,112 Grm. Wasser. Ihnen entspricht die Zusammensetzung:

	Gefunden.	Berechnet.	Atome.
Kohle	45,1	45,3	5 *)
Wasserstoff	2,5	2,2	3
Sauerstoff	52,4	52,5	2
	100,0	100,0.	

Nach der Formel $Cl^2+C^5H^3$ könnte man sagen, diese Verbindung sey gebildet, indem 3 Volume Chlor (Cl^3) auf 2 Vol. Naphthalin ($2C^5H^4$) wirkten, und dabei 2 Vol. Chlorwasserstoffsäure (Cl^2H^2) entwichen. Ich werde jedoch sogleich zeigen, dafs die Reaction nicht so einfach ist, da gleichzeitig der ölige Körper entsteht, den ich jetzt beschreiben will.

Oeliges Napthalinchlorür. Diefs Chlorür, wie ich es erhalten habe, stellt ein schwach gelbes Oel dar, welches schwerer ist als Wasser, sich nicht im Wasser löst, sehr leicht aber in Alkohol, und in allen Verhältnissen im Aether. Es riecht wie das Chlorid, und, da es von diesem nicht ganz zu trennen war, treten seine übrigen Eigenschaften nicht rein hervor.

Ich halte es für unzersetzbar flüchtig, wenigstens schreibe ich bei der Destillation den geringen Absatz von Kohle und die Entweichung von Chlorwasserstoffsäure dem in ihm enthaltenen Chlorid zu; denn das Destillat ist ein Oel, welches beinah unverändert die Eigenschaften des Chlorürs hat, und, bis -10° C. erkaltet, eine dem festen Chlorid gleiche krystallinische Substanz absetzt. — An der Luft brennt es nicht für sich, nur gemengt mit einem brennlichen Körper wie Holz oder Papier, und die Flamme ist grün umsäumt und rufsend.

Von *Chlor* wird es auf weiterhin angegebene Art verändert, von *Salpetersäure* in eine gelbe, zähe Substanz umgewandelt, und von *Kalium,* selbst beim Sieden, anscheinend nicht zersetzt, denn es bleibt immer ein Oel zurück, und das gebildete Chlorkalium rührt vielleicht

*) Nämlich C=76,437 genommen. P.

vom beigemengten festen Chlorid her. Auch *Kali* scheint ohne Wirkung zu seyn, denn die Krystalle, die man nach einigen Tagen entstehen sieht, können sich auch vom festen Chlorid herschreiben.

Ich habe diese Verbindung mit derselben Vorsicht wie die vorherige untersucht, und um die Fehler zu vermeiden, die man der Gegenwart von Wasser und Aether zuschreiben könnte, habe ich das Chlorür ohne Dazwischenkunft dieser fremden Körper bereitet, nämlich, nachdem Chlor auf das Naphthalin geleitet worden war, das ölige Chlorür mit einem Stechheber abgenommen und dasselbe analysirt, ohne es zuvor von seinem ziemlich beträchtlichen Gehalt an festem Chlorid zu trennen.

Die Zerlegung von 0,623 Grm. Chlorür gab: 1,254 Grm. Kohlensäure und 0,185 Grm. Wasser. Diesem Resultat entspricht die Zusammensetzung:

		Atome.		
Kohle	0,34673 = 453	oder	45 = 7 C^5 + 2 C^5
Wasserstoff	0,02053 = 328	-	34 = 7 H^4 + 2 H^3
Sauerstoff	0,25574 = 116	-	11 = 7 Cl + 2 Cl^2
	0,62300		

nach welcher also das ölige Chlorür ein Gemenge wäre von:

7 Atomen (C^5H^4 + Cl) + 2 Atomen (C^5H^3 + Cl)

und C^5H^4 + Cl wäre also die Formel für das reine ölige Chlorür, für das wirkliche Naphthalinchlorür, das demnach, analog der holländischen Flüssigkeit, zu gleichen Volumen aus Chlor und Naphthalin bestände.

Nach dieser Formel berechnet, enthielte es in 100 Theilen:

Kohle	60,9
Wasserstoff	3,9
Sauerstoff	35,2.

Nach diesen Analysen scheint es, als verbände sich das Chlor einerseits mit einem Theile unzersetzten Naph-

thalins und andererseits mit den Producten der Zersetzung des anderen Theils. Da mir diese doppelte Reaction wenig wahrscheinlich erschien, so untersuchte ich die Aufgabe auf eine andere Weise.

Da ich bemerkt hatte, dafs desto mehr festes Chlorid entstand, je länger die Einwirkung des Chlors auf das Naphthalin fortgesetzt wurde, so glaubte ich, diefs rühre von der Reaction des Chlors auf das ölige Chlorür her. Um diese Vermuthung zu prüfen, leitete ich in öliges Chlorür, das möglichst gereinigt worden war, sehr lange einen Strom von Chlorgas. Der Angriff geschah nur schwierig, sey es wegen der Zähigkeit des Oels, oder wegen der geringen Tendenz des Chlors zur Zersetzung des Chlorürs. Ich unterbrach die Operation als das Oel aufserordentlich dick geworden war, liefs es dann einige Zeit in gewöhnlicher Temperatur stehen, und fügte darauf, um es flüssiger zu machen, etwas Aether hinzu. Nach Ablauf eines Tages gestand die Flüssigkeit zu einer Masse und ich konnte leicht aus derselben die Hälfte ihres Gewichts an festem Chlorid abscheiden.

Andererseits liefs ich auf 4 Grm. Naphthalin, die in einem zuvor gewogenen Kolben befindlich waren, Chlor einwirken. Als dasselbe in eine theils ölige, theils starre Masse verwandelt war, wägte ich es. Es hatte um 3,5 zugenommen. Ich fuhr fort mit der Hinleitung von Chlor auf die 7,5. Einen Tag hernach war die Masse gröfstentheils starr; wieder gewägt, wog sie 8,5 Grm.

Das erstere Gewicht 7,5 Grm. würde ein Gemenge von 1 At. öligen Chlorürs und 1 At. festen Chlorids geben, das letztere Gewicht 8,5 Grm. dagegen ungefähr 1 Atom Chlorür und 4 At. Chlorid.

Mit Hülfe dieser Versuche liefse sich die Bildung dieser beiden Producte erklären. 1 Volum Naphthalin (C^5H^4) würde, indem es sich mit 1 Vol. Chlor verbindet, das wirkliche Naphthalinchlorür ($Cl+C^5H^4$) bil-

den. Dieses, mit 2 Vol. Chlor behandelt, würde sich zersetzen und folgende Resultate geben:

$$Cl^2 + ClC^5H^4 = Cl^2C^5H^3 + ClH$$

d. h. es würde sich ein starres Chlorid von einem eigenthümlichen Kohlenwasserstoff bilden und Chlorwasserstoffsäure entweichen.

Hr. Dumas hat beim Kohlenwasserstoff des künstlichen Kamphers ähnliche Resultate erhalten *). Beide Fälle schliefsen sich dem Verhalten der holländischen Flüssigkeit an, welche, anfänglich aus gleichen Volumen Chlor und Kohlenwasserstoff gebildet, sich darauf unter dem Einflufs von überschüssigem Chlor modificirt.

Ich schmeichle mir nicht, diesen schwierigen Gegenstand ganz aufgeklärt zu haben; glaube aber doch das Daseyn der von der Analogie angedeuteten Verbindung von Chlor und Naphthalin, zu gleichen Theilen, wahrscheinlich gemacht zu haben. Ein glücklicherer Chemiker als ich wird vielleicht dahin gelangen, sie rein zu erhalten.

IX. *Untersuchungen im Gebiete der organischen Chemie;*

von Hrn. J. Dumas.

(*L'Institut, No.* 14 *p.* 117.)

Meine Untersuchungen über den Kampher und die leichten ätherischen Oele habe ich der Academie vorgelegt und neuerlich vervollständigt **). Ich betrachtete einige dieser Substanzen als reine Kohlenwasserstoffe, die in gewissen Fällen als Basen, in andern als Säuren auftre-

*) Vergl. Annal. Bd. XXVI S. 530.

**) Ebendaselbst.

ten, und zeigte überdiefs, dafs mehre der leichten ätherischen Oele als Protoxide dieser Kohlenwasserstoffe angesehen werden könnten. Dieser anfangs von den deutschen Chemikern verworfene Gesichtspunkt ist später ihrerseits zum Gegenstande einer kritischen Untersuchung gemacht; allein nach Wiederholung der ihm zum Grunde liegenden Analysen haben sie die Thatsachen und die Folgerungen so vollständig angenommen, dafs ich dadurch ermuthigt bin, die Ergänzung dieser Arbeit bekannt zu machen *).

Nachdem ich die Natur der leichten ätherischen Oele auf eine genaue Weise festgestellt hatte, glaubte ich mich mit ähnlichen Untersuchungen über die schweren ätherischen Oele beschäftigen zu müssen. Ich finde, dafs dieselben in jeder Hinsicht von den ersteren abweichen, und dieser Unterschied rührt davon her, dafs sie reicher an Sauerstoff sind. Daraus folgt, dafs sie nicht als Basen, sondern als Säuren auftreten, und dafs man, statt sie als Protoxyde anzusehen, in ihnen wohl charakterisirte Säuren von ziemlich einfacher Zusammensetzung erblicken mufs.

*) Hr. Dumas macht sich hier unnöthigerweise Complimente. Dafs gewisse ätherische Oele blofs aus Kohlenwasserstoff, andere aus diesem und Sauerstoff bestehen, hat man längst vor ihm gewufst; dafs der Kohlenwasserstoff als Base fungiren könne, ist eine Thatsache, die nicht ihm, sondern den HH. Hennell und Faraday ursprünglich angehört, und zu der Ansicht, dafs Kohlenwasserstoffe auch die Rolle des Radicals übernehmen, hat er nur den Namen Camphogen und eine geringe Modification der Zusammensetzung dieses Körpers beigetragen; die Thatsachen aber, auf welche diese Betrachtungsweise gegründet ist, haben die HH. Liebig und Oppermann durch ihre Analyse der Kampfersäure, des natürlichen und künstlichen Kamphers geliefert. Die spätere Auffindung eines aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Radicals in der Benzoësäure durch die HH. Liebig und Wöhler könnte nur mit Unrecht als eine aus der Dumas'schen Ansicht hervorgegangene Entdeckung angesehen werden. *P.*

Unter den ätherischen Oelen giebt es eins, welches schon die Versuche des Hrn. Bonastre *) als ohne Zutritt der Luft und anderer Agentien direct vereinbarlich mit Basen bezeichnet haben, nämlich das Gewürznelkenöl, dessen Eigenthümlichkeiten ich hier näher beschreiben will, mit der Bemerkung, dafs alle schweren Oele, die ich untersuchte, mir analoge dargeboten haben.

Die Analyse dieses Oels und die einiger Producte, welche aus der Einwirkung verschiedener Körper auf die Gewürznelke entspringen, machen den Hauptgegenstand dieser Untersuchung aus. Die Producte, die zum Ausgangspunkt dieser Analysen dienten, waren sehr rein; ich verdanke sie der Gefälligkeit des Hrn. Bonastre, und ich habe sie verschiedenen Proben unterworfen, um sie von aller etwaigen Feuchtigkeit zu befreien **).

Das Nelkenöl kann nämlich, obgleich vollkommen klar, noch viel Wasser enthalten **), von dem man es jedoch durch eine blofse Digestion mit Chlorcalcium bei 60° bis 80° C. befreien kann. Die Chlorcalcium-Lösung setzt sich zu Boden, das reine Oel schwimmt darüber.

Um das Atomgewicht des Oels zu bestimmen, habe ich versucht, es mit Natron oder mit fixen Alkalien zu verbinden; allein ich konnte mir auf keine Weise Verbindungen von fester Zusammensetzung verschaffen. Man erhält zwar alle von Hrn. Bonastre beschriebenen Erscheinungen, allein wenn man das Oel mit ätzendem Natron erhitzt, so gesteht die Substanz beim Erkalten zu einer perlmutterartigen Masse und die Krystalle enthalten eine aufserordentliche Quantität von freiem ätzenden Natron, welche man ihnen nicht nehmen kann.

Ich habe daher ein anderes Verfahren gesucht, und es in der Wirkung des reinen trocknen Ammoniaks ge-

*) Annal. Bd. X S. 611. — Karls ebendaselbst, S. 609. *P.*

**) Dasselbe hat Hr. Apotheker Simon hieselbst vor längerer Zeit beim Zimmtöl gefunden. *P.*

funden. Ich versuchte, Ammoniakgas in ein das Oel enthaltendes Kölbchen zu leiten; allein ein Theil des Oels wurde von dem einströmenden Gase mit fortgerissen und die Sättigung konnte nie ganz vollendet werden.

Dagegen kam ich vollkommen zum Ziel, als ich das Oel in eine Eprouvette that und Ammoniak in Ueberschufs hinzufügte. 0,653 Oel absorbirten auf diese Weise 83 C. C. trocknen Ammoniakgases bei 0° C. und $0^m,76$.

Nimmt man 214,5 als Atomgewicht des Ammoniaks, so findet man nach diesem Resultate das Atomgewicht des Gewürznelkenöls gleich 2200.

Die Analyse der Ammoniakverbindung hat keinen grofsen Nutzen; dennoch würde ich sie unternommen haben, wenn nicht diese Verbindung, so wie sie an die Luft kommt, fast sogleich einen Theil ihres Ammoniaks verlöre.

Die Ammoniakverbindung krystallisirt übrigens in kleinen, sehr glänzenden Krystallen. Zu ihrer Darstellung mufs man ein vollkommen reines Gewürznelkenöl anwenden; bedient man sich des im Handel vorkommenden, sei es auch sorgfältig rectificirt, so bekommt man, wiewohl es in seiner Zusammensetzung kaum vom reinen Oel verschieden ist, durch längere Einwirkung des Ammoniaks eine pechartige oder butterähnliche Materie und keine Spur von Krystallisation.

Die Analyse von 0,480 reinen Gewürznelkenöls gab: 1,215 Kohlensäure und 0,341 Wasser; diefs macht:

	Gefunden.	Berechnet.	Atome.	
Kohlenstoff	70,04	70,02	20 *)	1530,4
Wasserstoff	7,88	7,42	26	162,5
Sauerstoff	22,08	22,56	5	500,0
	100,00	100,00		2192,9.

Man sieht, die Elementarzusammensetzung stimmt genügend mit der vorhergehenden Analyse.

Man wird bemerken, wie viel Sauerstoff das Ge-

*) C = 76,437; Hr. D. nimmt es halb so grofs. P.

würznelkenöl enthält. Nach meinen Analysen ist dieſs ein Kennzeichen aller Oele, die schwerer als Wasser sind. Ein anderes Kennzeichen, welches gleichfalls scheint den Oelen dieser Familie eigen zu seyn, ist ihr grofser Widerstand gegen die Zersetzung. Das Gewürznelkenöl läfst sich nicht anders analysiren als wenn man die Vorsicht trifft, den Dampf desselben durch eine 6 bis 8 Zoll lange Säule von glühendem Kupferoxyd streichen zu lassen und zwar sehr langsam.

Hr. Bonastre hatte die Güte, mir eine in perlmutterartig glänzenden Blättchen krystallisirte Substanz zu überlassen, die sich aus dem über Gewürznelken destillirten Wasser abgesetzt hatte. Diese sehr wohl charakterisirte Substanz verdiente eine aufmerksame Untersuchung. Unglücklicherweise hatte ich für ein vollständiges Studium eine zu geringe Menge; allein ich konnte doch eine Analyse mit derselben vornehmen, und so viele ihrer Eigenschaften ausmitteln, dafs man nicht mehr zögern darf, diese Substanz als ein neues und eigenthümliches Product anzusehen.

0,337 der perlmuttrigen Substanz, unter Beachtung der gewöhnlichen Vorsichtsmafsregeln analysirt, gaben 0,880 Kohlensäure und 0,232 Wasser (und keinen Stickstoff). Dieſs giebt:

	Gefunden.	Berechnet.	Atome.	
Kohlenstoff	72,25	73,55	20	1530
Wasserstoff	7,64	7,21	24	150
Sauerstoff	20,11	19,24	4	400
	100,00	100,00		1080.

Diese Zusammensetzung scheint anzudeuten, dafs die perlmuttrige Substanz nur durch den Verlust von einem Atom Wasser vom Gewürznelkenöl abweicht. Es würde schwierig seyn aus dieser isolirten Thatsache eine Folgerung zu ziehen, die nicht durch gleichartige Beobachtun-

gen, die sich künftig wohl vervielfältigen werden, kritisirt werden würde.

Eine andere Substanz, die mit den vorhergehenden in Beziehung steht, ist die unter dem Namen *Caryophillin* beschriebene *). Diese merkwürdige Substanz hat wohl charakterisirte Eigenschaften. Sie schmilzt nur bei einer sehr hohen Temperatur und es ist sogar schwierig sie ohne geringe Zersetzung zu schmelzen.

0,242 eines geschmolzenen und schwach gelben Caryophillins gaben 0,695 Kohlensäure und 0,230 Wasser. 0,316 eines im Vacuo bis 190° C. erhitzten, nicht geschmolzenen und vollkommen weifsen Caryophillins lieferten 0,903 Kohlensäure und 0,298 Wasser.

Diese beiden Analysen geben:

	Gefunden.		Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	79,5	79,10	79,27	20
Wasserstoff	10,5	10,46	10,36	32
Sauerstoff	10,0	10,44	10,37	2
	100,0	100.00	100,00.	

Die erste Bemerkung über dieses Resultat ist: die Isomerie des Caryophillin mit dem natürlichen Kampher **). Man begreift, dafs die Bestätigung dieser Thatsache mir wichtig genug erscheinen mufste, um mich zu veranlassen, die Analyse mit einer neuen sorgfältig bereiteten Menge Caryophillin zu wiederholen. Seine Bereitung, ausgeführt nach der von Hrn. Bonastre gegebenen Vorschrift, hat mir ganz die von Jenem beobachteten Erscheinungen dargeboten, und mir ein Product geliefert, dafs in jeder Hinsicht mit dem mir von Hrn. B. überlassenen identisch war.

Man wird überdiefs bemerken, dafs das Caryophil-

*) Mit Weingeist aus den Gewürznelken ausziehbar. *P.*

**) Nämlich nach Hrn. Dumas's eigner Analyse dieses Körpers, S. Annal. Bd. XXVI S. 531.

lin gerade 6 Atome Wasserstoff mehr und 3 Atome Sauerstoff weniger enthält als das Gewürznelkenöl, gleich wie wenn Wasser, durch irgend eine Kraft zersetzt, seinen Sauerstoff dem einen, und seinen Wasserstoff dem andern dieser Producte überlassen hätte.

So sehen wir in den drei Substanzen, welche die Gewürznelke liefert, ein einziges Radical sich blofs durch die Mitwirkung von Wasser so modificiren, dafs daraus drei dergestalt unähnliche Substanzen entspringen, dafs nur allein ihre gemeinschaftliche Abkunft darauf führen konnte sie mit einander zu vergleichen. Ein aufmerksames und vergleichendes Studium der im Ansehen so verschiedenartigen Producte, welche uns ein und dieselbe Pflanze liefert, erscheint mir gegenwärtig als das sicherste Mittel zum Weiterbringen der organischen Chemie. Bereits habe ich das Zimmtöl und einige andere sowohl leichte als schwere Oele zerlegt; allein ich habe mir vorgesetzt, nichts eher bekannt zu machen, als bis ich die Resultate mit denen der Analysen von unter meinen Augen dargestellten Oelen, oder mit denen der Analyse mehrer Oele aus verschiedenen Quellen werde vergleichen können.

Die Gesammtheit dieser Resultate werde ich später in einer Abhandlung zusammenfassen, die besonders den Zweck hat zu zeigen, welche sonderbaren Beziehungen in dieser Klasse von Körpern zwischen der Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften an's Licht treten. Ich will nur hinzusetzen, dafs die schweren ätherischen Oele sich den Harzen in so hohem Grade nähern, dafs man vielleicht dereinst gezwungen seyn wird, beide Klassen von Körpern zusammenzuwerfen.

Ehe ich die Resultate meiner Analysen des blauen Indigs und seiner zahlreichen Producte aus einander setze, mufs ich ein Verfahren kennen lehren, mittelst dessen man im Stande ist, den in irgend einer organischen Substanz enthaltenen Stickstoff mit einer mindestens eben so

grofsen Schnelligkeit und Sicherheit zu bestimmen wie gegenwärtig den Kohlenstoff und Wasserstoff. Diefs einfache Verfahren ist mit den besten Erfolg bei der Analyse mehrer Substanzen angewandt worden, von mir sowohl wie von den HH. Pelouze und Boutron-Charlard bei ihrer Untersuchung über das Asparamid und die Asparamsäure *).

Ich richte die Röhre auf gewöhnliche Weise zur Analyse vor, bringe jedoch an ihr verschlossenes Ende einige Grammen Bleiweifs. Nachdem ich die Röhre luftleer gemacht, zersetze ich eine Portion des Bleiweifs, um den Rest der in der Röhre gebliebenen Luft zu verjagen und durch Kohlensäure zu ersetzen. Nun entwikkele ich etwa ein Liter Kohlensäure, pumpe die Röhre nochmals aus und bewerkstellige die Verbrennung wie gewöhnlich. Die Gase werden über Quecksilber aufgefangen, mit einer Glocke, die eine starke Kalilösung enthält. Ist die Zersetzung beendigt, erhitze ich das kohlensaure Blei auf's Neue und entwickele daraus noch ein oder zwei Liter Kohlensäure, um so allen Stickstoff aus der Röhre und in die Glocke zu treiben. Durch gehöriges Schütteln dieser wird die Kohlensäure absorbirt und es bleibt reines Stickgas zurück, das man mit Genauigkeit messen kann.

Einzig ist die Vorsicht zu beachten, so viel von der Substanz zu nehmen, dafs man mindestens dreifsig bis vierzig Cubikcentimeter Stickgas bekommt.

Uebrigens scheinen mir alle Methoden, bei denen man nicht die gesammte Menge des Stickgases auffängt, besonders diejenigen, bei welchen man sich, wie sonst geschehen, auf das Verhältnifs der Kohlensäure zum Stickstoff stützt, ganz und gar ungenau, aus Gründen, die zu entwickeln hier zu weit führen würde, die ich aber in einer Note zusammenstellen werde. Die sehr zahlreichen

*) Annal. Bd, XXVIII S. 184.

Versuche, welche ich über diesen Gegenstand unternommen, haben mich immer mehr und mehr davon überzeugt.

Die Analyse des Indig's und der Säuren, zu welchem er unter dem Einfluſs der Salpetersäure Entstehung giebt, sind schon Gegenstand der sorgsamsten Versuche gewesen. Ich würde sogar diese Aufgabe als ganz abgeschlossen betrachtet haben, wenn nicht die deutschen Chemiker, welche die Säuren des Indigs analysirten, zu der Annahme geführt worden wären, der Indig enthalte keinen Wasserstoff. Wiewohl die Analyse des Indig's, welche ich vor zehn Jahren veröffentlichte, mit einem unreineren Producte als man gegenwärtig zu bereiten versteht, gemacht wurde, so war ich doch des Daseyns vom Wasserstoff im Indigo gewiſs, und ich konnte selbst die damals beobachtete Wasserstoffmenge als ein Minimum ansehen.

Diese Ueberzeugung muſste mich zu der Betrachtung führen, daſs die Analysen, welche die HH. Buff und Liebig bekannt machten, einiger nützlichen Berichtigungen fähig seyen, weil diese beiden Chemiker den Wasserstoff, ungeachtet sie ihn beständig und selbst in ziemlich beträchtlicher Menge antrafen, für zufällig hielten. Ich habe daher den Gegenstand in seiner Gesammtheit wieder aufgenommen, und wenn, trotz meiner Vorsichtsmaſsregeln, sich dennoch irgendwo ein Fehler in meine neuen Resultate eingeschlichen haben sollte, so werden mir ihn die Chemiker wohl verzeihen, da der Gegenstand ungemeine Schwierigkeiten darbietet.

Indigblau. — Das Indigblau kann man, nach der Analyse und den Untersuchungen des Hrn. Berzelius über diese wichtige Substanz auf zweierlei Weisen rein erhalten.

Die erste besteht darin, daſs man sich Indig durch Fällung mittelst der kalten Küpe verschafft, und diesen Indig durch Waschen mit siedendem Alkohol von aller ihm anhängenden rothen Substanz befreit. — Die zweite

besteht darin, dafs man Indig sublimirt und wohl ausgelesene Krystalle des Sublimats eben so mit siedendem Alkohol behandelt, bis alle rothe Substanz von ihm abgesondert ist.

Auf beiden Wegen habe ich mir reinen Indig verschafft und denselben einer vollständigen Analyse unterworfen. Auch habe ich den nicht durch Alkohol gereinigten Indig analysirt, um zu sehen, bis zu welchem Grade die früheren Analysen Zutrauen verdienten.

0,368 sublimirten rohen Indigs gaben 30 C. C. trocknes Stickgas bei 0° und 0m,760. — 0,525 desselben Indigs gaben 0,192 Wasser. — 0,355 präcipitirten rohen Indigs gaben 0,923 Kohlensäure und 9,132 Wasser.

Hieraus ergiebt sich für den bisher von den Chemikern analysirten Indig die Zusammensetzung:

Kohlenstoff	71,94	
Wasserstoff	4,12	4,05
Stickstoff	10,30	
Sauerstoff	13,63	
	100,00.	

Diese Resultate entfernen sich wenig von denen der früheren Analysen, und zeigen also, dafs letztere ziemlich genau sind.

Jetzt die Resultate des durch Alkohol gereinigten Indigs:

I. 0,283 sublimirten, durch siedenden Alkohol gereinigten Indigs gaben 0,746 Kohlensäure und 0,102 Wasser.

II. 0,379 präcipitirten, durch siedenden Alkohol gereinigten Indigs gaben 0,993 Kohlensäure und 0,137 Wasser.

III. 0,400 präcipitirten, heifs bereiteten und durch siedenden Alkohol gereinigten Indigs gaben 1,053 Kohlensäure und 0,147 Wasser.

IV. 0,400 desselben Indigs gaben 34,1 C. C. Stickgas bei 0° und 0m,76.

V. 0,317 desselben, aber nochmals mit siedender Kalilauge und dann mit siedendem Alkohol gewaschenen Indigs gaben 0,836 Kohlensäure und 0,117 Wasser.

Diese Resultate auf Hundertel reducirt geben:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kohlenstoff	72,90	72,49	72,84		72,97
Wasserstoff	4,00	4,01	4,07		4,09
Stickstoff				10,80	

Das Mittel hieraus stimmt sehr wohl mit der Formel $C^{45}H^{15}N^{3}O^{3}$, wie folgender Vergleich zeigt *):

	Beobacht. Mittel.	Berechnet.	Atome.	
Kohlenstoff	72,80	72,34	45	1721,7
Wasserstoff	4,04	3,93	15	93,7
Stickstoff	10,80	11,13	3	265,0
Sauerstoff	12,36	12,60	3	300,0
Reiner Indig	100,00	100,00		2380,4.

Weifser Indig. Jeder Chemiker wird, hoffe ich, begreifen, wie ich, ungeachtet der erdenklichsten Sorgfalt, nicht dahin gelangt bin, mir eine zur Analyse hinreichende Menge weifsen Indigs zu verschaffen. Ich mufste daher der directen Methode entsagen und zu einer solchen zurück kehren, wie sie neuerlich von Hrn. Berzelius angewandt ist.

Der berühmte schwedische Chemiker lehrt uns, dafs schwefelsaures Kupferoxyd, wenn es mit einer Lösung von weifsem Indig in Berührung gesetzt wird, demselben so viel Sauerstoff abtritt, dafs man sagen kann, 100 Th. weifsen Indigs nehmen, zur Umwandelung in blauen Indig, 4,6 Th. Sauerstoff auf.

Aus der vorhergehenden Analyse ersieht man, dafs

*) Es ist dabei zu bemerken, dafs hier und in den beiden folgenden Resultaten immer C=38,218 genommen ist. *P.*

wenn der blaue Indig bei dieser Gelegenheit ein Drittel des gesammten Sauerstoffs, welchen die Analyse in ihm nachweist, aufnimmt, diese Menge sich auf etwa 4,2 Procent belaufen muſs. Weswegen diese Zahl wenig von der vorherigen abweicht, so hielt ich es doch für nöthig, die Analysen des blauen Indigs mehrmals zu wiederholen; allein die Resultate, welche ich erhielt, waren immer dieselben.

Indigsäure. Ich habe mich sehr bemüht, mir Indigsäure im Zustande der vollkommensten Reinheit zu verschaffen, denn seit meinen ersten Versuchen gewahrte ich, daſs sie, so lange sie farbig ist, noch genug Kohlenstickstoffsäure enthält, um die Resultate der Analyse sehr bedeutend zu ändern. Die von mir analysirte war vollkommen weiſs *).

I.

*) Nach Buff, ihrem Entdecker, wird die Indigsäure folgendermaſsen bereitet. In verdünnte siedende Salpetersäure trägt man gepülverten besten Indig portionenweise so lange ein als derselbe noch zersetzt wird. Die Zersetzung geht rasch vor sich, unter Entwickelung von Kohlensäure und Stickstoffoxydgas zu gleichen Volumtheilen; dann wird die siedendheiſse Flüssigkeit von dem ungelösten braunen Pulver abfiltrirt und stehen gelassen. Beim Erkalten schieſst die Indigsäure an. Sie ist indeſs noch durch eine geringe Menge der braunen Substanz (Indigharz) gefärbt. Um sie davon zu befreien, wird sie anhaltend mit feingeriebener Bleiglätte digerirt, und die so digerirte Flüssigkeit noch heiſs mit Schwefelsäure vermischt und filtrirt. Beim Erkalten schieſst dann die Indigsäure farblos an; wäre sie es noch nicht, so wird sie es durch abermalige Behandlung mit Bleioxyd. — Ihr Gewicht beträgt ein Fünftel des angewandten Indigs. Sie ist sublimirbar und an der Luft entzündlich. Vom kalten Wasser erfordert sie mehr als 1000 Th. zur Lösung, vom warmen viel weniger. Durch Salpetersäure wird sie in Kohlenstickstoffsäure umgewandelt; von Schwefelsäure, Salzsäure und Chlor erleidet sie keine Veränderung. Nach Buff sättigt die Indigsäure eine Quantität Base, deren Sauerstoff $\frac{1}{18}$ von dem der Säure ausmacht. Dumas spricht nicht von der Sättigungscapacität dieser Säure; aus dem für sie aufgestellten Atomgewicht zu schlieſsen, scheint

I. 0,323 einer im trocknen Vacuo bis 180° erhitzten Indigsäure gaben 0,563 Kohlensäure und 0,090 Wasser.

II. 0,583 einer bis 170° im Vacuo erhitzten Indigsäure gaben 0,147 Wasser. Die zur Analyse fertige Verbrennungsröhre selbst war im Vacuo bei 100° C. getrocknet.

III. 0,508 Indigsäure gaben 31 C.C. Stickgas bei 0° und 0^m,76.

IV. 0,837 Indigsäure gaben 0,201 Wasser.

V. 0,793 Indigsäure gaben 0,202 Wasser.

Auf Hundertel reducirt und die verschiedenen Resultate combinirt, hat man für die Zusammensetzung der Indigsäure:

	I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel.
Kohlenstoff	48,23					48,23
Wasserstoff	3,09	2,8		2,66	2,82	2,76
Stickstoff			7,73			7,73
Sauerstoff						41,28

Da die bei der Verbrennung der Indigsäure erzeugte Wassermenge etwas gering ist, so suchte ich sie mit Sorgfalt zu bestimmen, indem ich die Versuche mit Säuren von verschiedenen Bereitungen wiederholte und abänderte. Allein dennoch erwiefs sie sich constant. Die Indigsäure ist also ein wasserstoffhaltiger Körper, wie es übrigens auch die von Buff angestellten Analysen beweisen, obgleich derselbe aus ihnen eine der meinigen ganz entgegengesetzte Folgerung zog.

Berechnet man die Zusammensetzung der Indigsäure nach der Formel $C^{45}H^{15}N^3O^{15}$, so findet man Resultate, die sich den beobachteten anschliefsen:

er aber das Sauerstoffverhältnifs in den neutralen Salzen gleich $\frac{1}{15}$ anzunehmen. Weiteres über diese Säure findet man in Schweigg. Journ. Bd. LI S. 38 und Bd. LIV S. 163, und *Ann. de chim. et de phys. T. XXXIX p.* 296. P.

15 C	1721,7	48,09
15 H	93,7	2,61
3 N	265,0	7,40
15 O	1500,0	41,90
	3580,4	100,00.

Die Indigsäure ist also nichts anderes als stark oxydirter Indig; sie enthält fünf Mal mehr Sauerstoff als der Indig. Sie bietet uns ein Beispiel einer Säure dar, die in ihrem eigenen Atome 15 Atome Sauerstoff enthält, und zeigt uns zugleich, wie weit wir noch davon entfernt sind, alle der Natur der Dinge nach möglichen Verbindungen verwirklicht zu haben. Zwischen dem Indig und der Indigsäure sind, der Analogie nach, nicht weniger als fünf Oxyde oder Säuren möglich, die man aber noch nicht dargestellt hat.

Kohlenstickstoffsäure. Unter diesem Namen verstehe ich mit Liebig die Substanz, welche man sonst Welter'sches Bitter genannt hat *). Zwar scheint mir das Wort Kohlenstickstoffsäure (*acide carbozotique*) durchaus nicht zweckmäfsig; allein ich habe doch den von Berzelius vorgeschlagenen, *acide picronitrique*, d. h. bittere Säure, gebildet durch Salpetersäure oder diese Säure enthaltend, nicht annehmen können. Jede Erörterung über diesen Gegenstand wäre überflüssig. Von zwei Namen, die verworfen werden müssen, wähle ich den älteren, bis man über die Natur des Welterschen Bitter selbst wird einig seyn.

Alle thierischen Substanzen liefern, bei der Behandlung mit Salpetersäure, Kohlenstickstoffsäure. Man weifs, dafs dieser sonderbare Körper den Einwirkungen der stärksten Säuren widersteht und verpuffende Salze liefert.

Hr. Chevreul hat die Chemiker aufmerksam gemacht auf die ungemeine Leichtigkeit, mit der die Indigsäure durch Einwirkung der concentrirten Salpetersäure

*) Ann. Bd. XIII S. 191 und 488, Bd. XIV S. 466. P.

in Kohlenstickstoffsäure übergeht. Diese Umwandelung deutet auf eine analoge Zusammensetzung beider Körper, und die folgenden Versuche werden diefs deutlicher machen.

Die zur Analyse bestimmte Kohlenstickstoffsäure habe ich aus Indig bereitet. Nachdem ich sie in kohlenstickstoffsaures Kali verwandelt, und dieses Salz durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigt hatte, wurde sie aus demselben wieder abgeschieden und durch mehre Krystallisationen gereinigt. So bereitet lieferte diese Säure folgende Resultate:

I.	1,205	geschmolzener	Säure	gab.	1,400	Kohlens. u.	0,152 Wasser
II.	0,870	-	-	-	1,005	- -	0,105 -
III.	0,472	-	-	-	0,540	- -	0,068 -
IV.	0,423	-	-	-	62 C. C.	Stickg. b.	0° u. 0m,76.

In Hundertel verwandelt, geben diese Resultate:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
Kohlenstoff	32,1	31,9	31,5		31,8
Stickstoff				18,5	18,5
Wasserstoff	1,4	1,3	1,6		1,4
Sauerstoff					48,3

welche zu der einfachen Formel führen:

25 C	940,4	31,3
6 N	531,0	17,7
6 H	37,5	1,3
15 O	1500,0	49,7
	3008,9	100,0.

Es ist jetzt leicht, sich die Umwandelung der Indigsäure zu erklären. Denn zieht man von den Elementen der ersteren Ammoniak und Oxalsäure ab, und fügt Salpetersäure hinzu, so bekommt man genau die Zusammensetzung der Kohlenstickstoffsäure *). Lange weifs man,

*) Um zu finden wie viel Atome Ammoniak (H_6N_2) und Oxalsäure (C_4O_3) man von der Indigsäure ($C_{45}H_{15}N_3O_{15}$) abzuziehen, und wie viel Atome Salpetersäure (N_2O_5) man ihr zuzulegen habe,

dafs bei dieser Umwandelung Oxalsäure gebildet wird, und die Bildung von Ammoniak glaube ich nachgewiesen zu haben.

um Kohlenstickstoffsäure ($C_{25}H_6N_6O_{15}$) zu erhalten, bilde man die Gleichung:

$C_{a}H_{b}N_{c}O_{d} - xH_6N_2 - yC_4O_3 + zN_2O_5 = uC_{25}H_6N_6O_{15}$,

worin x, y, z, u respective die unbekannten Atomen-Mengen des Ammoniaks, der Oxalsäure (die hier zu C_4O_3 und nicht zu C_4O_6 gesetzt ist, weil Hr. Dumas C=38,218 nimmt) der Salpetersäure und der Kohlenstickstoffsäure bezeichnen. Fafst man die Atomen-Mengen der einzelnen Elemente zusammen, so erhält man dadurch folgende vier Gleichungen:

$$45 - 4y = 25u$$
$$15 - 6x = 6u$$
$$3 - 2x + 2z = 6u$$
$$15 - 3y + 5z = 15u.$$

Aus diesen Gleichungen findet man durch das gewöhnliche Eliminations-Verfahren:

$$u = 1; \quad x = \tfrac{3}{2}; \quad y = 5; \quad z = 3,$$

wodurch die Aufgabe gelöst ist, denn:

1 Atom Indigsäure	$=+45$C	$+15$H	$+3$N	$+15$O
$-\frac{3}{2}$ At. Ammoniak		-9	-3	
-5 At. Oxalsäure	-20			-15
$+3$ At. Salpetersäure			$+6$	$+15$
macht 1 At. Kohlenstickstoffs.	$=+25$C	$+6$H	$+6$N	$+15$O

Durch eine ähnliche Rechnung findet man immer direct, ohne Umhertappen, in wie viele Verbindungen und in wie viel Atome von jeder irgend eine gegebene Verbindung zerfallen kann; indefs ist, wie leicht zu ersehen, die Aufgabe nur dann eine bestimmte, wenn die Zahl der entstehenden Verbindungen nicht gröfser ist als die Zahl der Elemente in der zerfallenden Verbindung.

Ein ferneres interessantes Beispiel der Anwendung dieser Rechnungsweise liefert der wasserhaltige unterschwefligsaure Baryt

$$(\dot{S}_2\dot{B}a + \dot{H}_2),$$

welcher, wie H. Rose gezeigt hat (Annalen, Bd. XXI S. 441), beim Glühen zerfällt in: in schwefelsauren Baryt ($\dot{S}\dot{B}a$), ein Schwefelbarium (das, weil die Schwefelungsstufe desselben einstweilen als unbekannt angenommen seyn mag, durch S_xBa_x bezeichnet seyn soll), Schwefelwasserstoff (SH_2), Wasser ($\dot{H}_2$),

Nach diesen Resultaten bestände die Kohlenstickstoffsäure aus einem At. Kohlenwasserstoff $C^{25}H^{6}$ und drei At. Salpetersäure $N^{6}O^{15}$, was seine detonirenden Eigenschaften genügend erklären würde.

und eine geringe Menge Schwefel, von der hier indefs einstweilen abgesehen seyn mag. Diefs giebt nun die Gleichung:

$$\dot{S}_2\dot{B}a+\dot{H}_2=t\dot{S}\dot{B}a+S_uBa_x+y\dot{S}H_2+z\dot{H}_2,$$

worin t, u, x, y, z die zu bestimmenden Atom-Mengen der Verbindungen sind, in die der wasserhaltige unterschwefligsaure Baryt zerfällt.

Faſst man die Coëfficienten der einzelnen Elemente zusammen, so bekommt man folgende vier Gleichungen:

$$(S) \ldots 2=t+u+y$$
$$(Ba) \ldots 1=t+x$$
$$(O) \ldots 4=4t+z$$
$$(H) \ldots 2=2y+2z \text{ oder } 1=y+z.$$

Da dieselben fünf Unbekannte einschliefsen, so ist die Aufgabe unbestimmt, und es wird also der unterschwefligsaure Baryt nach unzählig vielen Verhältnissen in die genannten vier Producte zerfallen können, wie es auch wirklich der Fall ist. Man kann indefs vier der Unbekannten durch die fünfte ausdrücken, z. B. durch x, d. h. die Atomenmenge des Baryums im Schwefelbaryum: diefs giebt:

$$t=1-x; \qquad z=4x$$
$$y=1-4x; \qquad u=5x$$

woraus man sieht, daſs ungeachtet der Unbestimmtheit der Verhältnisse zwischen den genannten vier Producten, dennoch das Atomenverhältnifs des Schwefels zum Baryum im Schwefelbaryum, d. h. $u:x$, constant ist, nämlich 5 : 1. Da nun aber ein Schwefelbaryum mit 5 Atomen Schwefel wahrscheinlich nicht existirt, oder wenigstens in der Hitze nicht existiren kann, so schreibt sich von dessen Zersetzung die beobachtete Schwefelausscheidung her. Man sieht ferner, daſs, wenn $x=0$ wäre, d. h. sich kein Schwefelbaryum bildete, auch $z=0$ und $t=y=1$ würden, d. h. sich kein Wasser entwickelte und der unterschwefligsaure Baryt nur in 1 Atom schwefelsauren Baryt und 1 Atom Schwefelwasserstoff zerfiele.

Schliefslich verdient es noch einige Entschuldigung, daſs ich hier in der Schreibart der Formeln etwas von der durch Berzelius eingeführten abgewichen bin, nämlich die Atomen-Anzahl der Elemente in den einzelnen Verbindungen durch kleine

Die Kohlenstickstoffsäure ist nicht das letzte Glied in der Reihe der Verbindungen, die ich eben durchging. Man sieht, durch blofse Oxydation verwandelt sich der weifse Indig in blauen, dieser durch stärkere Oxydation in Indigsäure. Die letztere, kräftiger modificirt, geht in Kohlenstickstoffsäure über, welche ihrerseits wieder zur Bildung neuer Verbindungen Anlafs giebt.

Läfst man Kohlenstickstoffsäure mit der concentrirten Lösung eines Alkali's sieden, so entwickelt sich eine grofse Menge Ammoniak, und man bekommt ein intensiv rothes Salz, welches mit dem der Krokonsäure von Gmelin viele Aehnlichkeit hat. Ausführlicher werde ich diese Erscheinungen in einer anderen Abhandlung untersuchen *).

X. *Untersuchungen über die Elementar-Zusammensetzung mehrer Pflanzenstoffe; von Hrn. Pelletier.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. LI p.* 182.)

Die Resultate dieser Analysen, welche in der Hauptsache nach Gay-Lussac's Methode angestellt wurden, ersieht man aus nachstehender Tafel. Die Substanzen wurden im Vacuo, je nach ihrer Natur, bei 100° bis 120° C. getrocknet. Ein weiteres Detail ist nicht angegeben. Die

Zahlen rechts unterhalb der Symbole bezeichnet habe. Diese geringe Modification der Berzelius'schen Bezeichnungsweise bietet den Vortheil dar, dafs sie, ohne den Formeln etwas an Kürze, Deutlichkeit und allgemeiner Verständlichkeit zu rauben, den Gebrauch der durchstrichenen Buchstaben entbehrlich macht, nebenher auch der chemischen Zeichensprache eine gröfsere Consequenz verleiht, und ihr den Anstofs raubt, welchen Mathematiker an der, in ihrer Wissenschaft nicht gebräuchlichen Bedeutung der Exponenten genommen haben. *P.*

*) S. Wöhler in d. Annal. Bd. XIII S. 488. *P.*

zweite Zeile bei jeder Substanz enthält die Formel und die nach ihr berechnete Zusammensetzung.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff	Stickstoff.	Sauerstoff.
Aricin	71,0	7,0	8,00	14,00
$C^{20}H^{24}N^{2}O^{3}$	70,93	6,95	8,21	13,96
Ambraïn	83,37	13,32		3,31
$C^{33}H^{55}O^{1}$	83,38	13,30		3,32
Cholesterinsäure	54,93	7,01	4,71	33,35
$C^{13}H^{20}N^{1}O^{6}$	54,99	6,96	4,89	33,20
Ambraïnsäure . .	51,94	7,14	8,51	32,42
$C^{21}H^{35}N^{3}O^{10}$	51,96	7,07	8,59	32,37
Anchusasäure . .	71,178	6,826		21,996
$C^{17}H^{20}O^{4}$	71,23	6,84		21,91
Santalin	75,03	6,37		18,60
$C^{16}H^{16}O^{3}$	75,36	6,15		18,48
Carmin	49,33	6,66	3,56	40,45
$C^{16}H^{26}N^{1}O^{10}$	49,43	6,65	3,57	40,42
Olivil	63,84	8,06		28,10
$C^{6}H^{9}O^{2}$	63,91	7,85		27,99
Sarcocollin . . .	57,15	8,34		34,51
$C^{13}H^{23}O^{6}$	57,39	7,94		34,65
Piperin	70,41	6,80	4,51	18,28
$C^{20}H^{24}N^{1}O^{4}$	70,54	6,91	4,08	18,45

Aricin ist eine Pflanzenbase, welche Hr. Pelletier gemeinschaftlich mit Hrn. Coriol i. J. 1829 in einer aus Peru nach Bordeaux gebrachten Chinarinde entdeckte *).

*) Hr. Pelletier sagt, er habe damals in der Pariser Academie der Medicin eine Abhandlung über diese Pflanzenbase vorgelesen, und wolle daher die Eigenschaften derselben hier nicht wiederholen. Was indefs davon zur allgemeinen Kenntnifs gelangt ist, scheint sich auf eine sehr unvollständige Notiz im *Journ. de Pharm.* 1829, *p.* 566, zu beschränken. Dieser zufolge ist die Chinarinde, welche das Aricin liefert, im Aeufsern einigermafsen der Calisaya-Rinde ähnlich, unterscheidet sich aber von dieser durch das brennende und zugleich zusammenziehende Bittere ihres Geschmacks. Sie wurde vom Hafen Arica (daher der Name Aricin), in der Provinz Arequipa in Peru, nach Bordeaux gebracht; ihre Mutterpflanze ist noch unbekannt. Das Aricin gewinnt man

Das charakteristische Kennzeichen derselben ist, dafs sie mit Schwefelsäure eine Verbindung giebt, deren Lösung in Wasser beim Erkalten zu einer Gallerte gesteht; doch mufs die Flüssigkeit zu dem Ende neutral seyn, nicht auf Lackmus wirken; ist überschüssige Säure zugegen, so bildet sich ein anderes schwefelsaures Aricin, welches in abgeplatteten Nadeln krystallisirt. Das Cinchonin krystallisirt dagegen aus fast neutralen Lösungen. Das Aricin zeigt in seiner Zusammensetzung eine merkwürdige Beziehung zum Chinin und Cinchonin, wenn man im letzteren zwei Atome Wasserstoff mehr annimmt als Liebig gefunden hat *). Es ist dann nämlich:

Cinchonin $= C^{20}H^{24}N^2 + O$
Chinin $= C^{20}H^{24}N^2 + O^2$
Aricin $= C^{20}H^{24}N^2 + O^3$

Cinchonin, Chinin und Aricin sind demnach drei Oxydationsstufen einer und derselben Substanz. Hiedurch erklärt sich, weshalb das Aricin mehr Säure zur Sättigung erfordert als das Cinchonin und Chinin, und andererseits, wie die Chinarinden zugleich beide letzteren Basen enthalten.

aus dieser Rinde ganz so wie das Chinin und das Cinchonin aus anderen Chinarinden. Es krystallisirt in Nadeln, schmilzt früher als es sich zersetzt, verflüchtigt sich aber dabei nicht wie das Cinchonin, löst sich nicht in Wasser, schmeckt für sich, wenigstens im ersten Augenblick, fast nicht, in Säuren gelöst aber sehr bitter. Es ist in Aether löslich, sein schwefelsaures Salz, dessen charakteristisches Kennzeichen bereits erwähnt wurde, aber nicht. Dagegen löst sich sowohl das reine als das neutrale schwefelsaure Aricin (nachdem man die Gallerte des letzteren zur Trockne abgedampft hat) in Alkohol, und aus dieser Lösung krystallisirt das letztere in seidenartig glänzenden Nadeln. In concentrirter Salpetersäure löst sich das Aricin mit einer intensiv grünen Farbe, in sehr verdünnter aber farblos auf. — Dasselbe Alkali, wie es scheint, hat gleichzeitig oder früher Hr. Leverköhn in Stuttgart in der China Cusco aufgefunden. S. Buchner's Repertorium, Bd. 33 S. 353. *P.*

*) Annal. Bd. XXI S. 24. *P.*

Ambraïn, dieser Hauptbestandtheil des Ambra's, der sich durch seine Unverseifbarkeit und sonstige Unveränderlichkeit bei Behandlung mit Alkalien so merkwürdig von den übrigen Fetten auszeichnet, theilt diese und einige andere Eigenschaften mit dem Cholesterin, dem Hauptbestandtheil der Gallensteine des Menschen. In anderer Hinsicht zeigen sich jedoch Verschiedenheiten zwischen beiden: das Ambraïn schmilzt bei 36°, das Cholesterin dagegen bei 137° C. Dagegen ist die Zusammensetzung beider Körper fast gleich, nur enthält das Cholesterin, nach Chevreul's Analyse, etwas Wasserstoff weniger, wohl aber die geringe Menge Sauerstoff, von deren wirklicher Anwesenheit im Ambraïn Hr. P. sich noch dadurch überzeugt hält, dafs Naphtha, in welcher Ambraïn gelöst worden, nicht mehr so gut zur Aufbewahrung von Kalium geeignet ist.

Cholesterinsäure, bekanntlich aus Cholesterin durch Behandlung mit Salpetersäure entstehend, enthält in ihren Salzen sechs Mal mehr Sauerstoff als die Base, denn 100 Theile sättigen 36,98 Strontian.

Ambraïnsäure weicht in ihren Eigenschaften von der Cholesterinsäure ab, wie Hr. Pelletier in einer früher mit Hrn. Caventou gemeinschaftlich unternommenen Arbeit gezeigt hat *), kommt aber mit ihr darin überein, dafs sie merkwürdigerweise, wie diese, Stickstoff enthält, ungeachtet beide Säuren aus einer stickstofffreien Substanz entspringen. In ähnlicher Weise verwandelt sich das stickstoffleere Mekonin (Annal. Bd. XXVII S. 664 und 677), nach Hrn. Couërbe's Beobachtung, durch Behandlung mit Salpetersäure in eine stickstoffhaltige Säure. Hr. Pelletier schliefst daraus, dafs diese Säuren Salpetersäure als solche enthalten.

Anchusasäure, der rothe Farbstoff der Wurzel von Anchusa tinctoria, schon 1818 von Pelletier zu den Säuren gezählt, da er deren Eigenschaften im hohen Grade

*) *Journ. de Pharm. T. VI p.* 50.

besitzt. Die Anchusasäure ist eine Art fetter in Alkohol und Aether löslicher Säure, die das Eigenthümliche hat, dafs ihre neutralen Alkali- und Erdsalze (besonders das Talkerdesalz) ebenfalls in Alkohol und Aether löslich sind. Alle ihre Salze sind blau, und einige prachtvoll. Die Anchusasäure theilt mit dem Indig und dem Alizarin die Eigenschaft der Sublimirbarkeit. Kurz vor der Hitze, bei der sie sich zersetzt, steigt sie in violetten, einigermafsen denen des Jods ähnlichen, aufserordentlich stechenden Dämpfen auf, welche beim Erkalten sich zu sehr leichten Flocken verdichten.

Santalin, der Farbstoff des rothen Sandelholzes (Pterocarpus santalinus). Unter den Eigenschaften dieses schon 1814 von Pelletier untersuchten Stoffs hebt derselbe nur folgende hervor. Es löst sich in Aether nicht augenblicklich, sondern erst nach längerer Berührung, und die Lösung ist bei Ausschlufs der Luft nicht roth, wie die in Alkohol, sondern orange, und selbst gelb. Durch freiwilliges Verdunsten der ätherischen Lösung an freier Luft bekommt man aber einen Farbstoff von herrlich rother Farbe. Dagegen ist seine Farbe viel weniger intensiv, oft gar ganz gelb, wenn man den Aether schnell im Vacuo verdampft. Wie wasserfrei übrigens auch der Aether war und wie sehr man das Santalin getrocknet haben mochte, so bemerkt man doch, dafs nach der Verdampfung des Aethers Wasser zurückbleibt; oft bekommt man gar Eis, wenn die Verdunstung des Aethers unter der Luftpumpe rasch geschah. Woher diese Wasserbildung? wagt Hr. Pelletier nicht zu entscheiden; er betrachtet übrigens das Santalin als eine Substanz sui generis.

Carmin nach der in der älteren Abhandlung von Pelletier und Caventou angegebenen Weise bereitet und Behufs der Analyse bei gelinder Wärme im Vacuo getrocknet. Der Verfasser fürchtet indefs nicht alles

Wasser ausgetrieben zu haben, da dieser Stoff, wegen seiner leichten Zersetzbarkeit, schwierig zu trocknen ist.

Olivil, entdeckt von Pelletier 1816 in dem im südlichen Italien aus dem Stamme des Olivenbaums schwitzenden Safte (in Calabrien Gomma di Lecco genannt, von der Stadt dieses Namens), wird aus diesem gewonnen, indem man ihn erst mit Aether von einer harzigen Substanz befreit und dann den Rückstand mit absolutem Alkohol behandelt. Das Gelöste ist Olivil, und schiefst bei freiwilliger Verdampfung aus dem Alkohol an.

Sarcocollin von Thomson in der Sarcocolla (dem Safte der Paenea mucronata) entdeckt, wird aus dieser auf dieselbe Art geschieden, wie das ihm verwandte Olivil aus dem Olivengummi. Das Sarcocollin ist im kalten Wasser löslich, reichlicher im warmen; die siedende Lösung wird beim Erkalten milchig, löst sich im Alkohol, nicht im Aether, ist unkrystallisirbar, und liefert, mit Salpetersäure behandelt, Oxalsäure.

Piperin ist nach Poutet's Verfahren am leichtesten von fetter Materie zu befreien. Da Pelletier früher keinen Stickstoff im Piperin finden konnte, die HH. Göbel und Henry es gleichfalls nicht vermochten, so wandte er diefsmal besondere Sorgfalt an, den Stickstoffgehalt zu erweisen. Er zerlegte es nach Gay-Lussac's wie nach Liebig's Verfahren, erhielt aber immer 4 Procent Sticksoff, sah auch bei der trocknen Destillation dieser Substanz kohlensaures Ammoniak entstehen. Der Stickstoffgehalt des Piperins steht also fest. Zugleich macht er bemerklich, wie das Piperin sich nur dadurch vom Aricin unterscheide, dafs es 1 At. Sauerstoff mehr und 1 At. Stickstoff weniger enthalte als letzteres *).

*) Diese Beziehung wird indefs durch eine neuere Analyse von Liebig (*Ann. de chim. et de phys. T. LI p.* 443) zerstört. 0,820 Grm. Piperin gaben ihm nämlich bei der Analyse 2,098 Grm. Kohlensäure und 0,494 Wasser, und bei der Verbrennung

XI. *Ueber die Milchsäure;*
von HH. J. Gay-Lussac und Pelouze

(*Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 410.)

Die Hauptarbeiten über die Milchsäure, seit ihrer Entdeckung durch Scheele im J. 1780, verdankt man den HH. Braconnot und Berzelius.

Unter dem Namen acide nancéique beschrieb Herr Braconnot *) eine Säure, die er aus gegohrenem Reifs- oder Runkelrübenwasser zog; er verband sie mit vielen Oxyden, allein, da die Salze ihm nicht die von Scheele den milchsauren beigelegten Kennzeichen zu besitzen schienen, ahnete er nicht die erst später entdeckte Einerleiheit der Milchsäure und Nancysäure.

Bouillon-Lagrange und L. Gmelin behaupteten: die Milchsäure sey nichts anderes als unreine Essigsäure; Berzelius dagegen, der sich lange zuvor ebenfalls mit der Milchsäure beschäfftigt hatte, nahm sie wiederum vor **), und äufserte dabei, sie möge wohl, ana-

im luftleeren Raum bekam er Stickgas und Kohlensäure in dem Verhältnifs =1 : 36. Diefs führt zu der Zusammensetzung:

			Gefunden.	
2 At.	Stickstoff	177,036	4,10	4,09
40 -	Kohlenstoff	3057,480	70,95	70,72
44 -	Wasserstoff	274,551	6,34	6,68
8 -	Sauerstoff	800,000	18,61	18,51
		4309,067	100,00	100,00.

Da nun 1 At. Narcotin $=N^2C^{40}H^{40}O^{12}$ (Annalen, Bd. XXVII S. 659), so ist 1 At. Piperin =1 At. Narcotin +2 At. Wasser —6 At. Sauerstoff (halber Sauerstoffgehalt des Narcotins).

P.

*) *Annal. de chimie, T. LXXXVI p.* 84.

**) Annalen, Bd. XIX S. 26.

log wie die Schwefelsäure aus Schwefelsäure und ölbildendem Gase besteht, eine Verbindung von Essigsäure mit einer organischen Substanz seyn. Er machte in dieser Hypothese mehre Versuche; da er aber bei gleichzeitiger Einwirkung von Wärme und Ammoniakgas auf Milchsäure kein essigsaures Ammoniak erhalten konnte, glaubte er seine anfängliche Meinung abändern zu müssen. Ohne sich bestimmt über die Natur der Milchsäure zu äufsern, schliefst er im 7. Theil seines Lehrbuchs den Abschnitt, der von diesem Gegenstand handelt, mit den Worten: Im Zustande der Reinheit, kann man annehmen, sind die milchsauren Salze noch unbekannt. Diejenigen, welche sich künftig mit diesem Gegenstand beschäfftigen, müssen ihre Aufmerksamkeit hauptsächlich darauf richten, ob das, was hier Milchsäure genannt worden ist, ein Gemenge von zwei Säuren sey, die einander ähnlich sind, aber doch verschiedenartige Salze geben.

Ueberzeugt, dafs eine der gröfsten Schwierigkeiten bei der Reinigung gewisser Körper organischen Ursprungs häufig in der geringen Menge des zu verwendenden Stoffes liege, ging unsere erste Sorge dahin, eine so grofse Menge von Michsäure zu erhalten, dafs wir sie wiederholten Reinigungen und Zerlegungen unterwerfen konnten. Wir haben mit mehren hundert Litern Runkelrübensaft gearbeitet, und zwar nach folgender Vorschrift:

Runkelrübensaft erhalte man auf einem Trockenofen beständig in einer Temperatur von 25° oder 30° C. Nach einigen Tagen zeigt sich in der ganzen Masse die unter dem Namen der *schleimigen Gährung* bekannte stürmische Bewegung; Wasserstoffgas, gemengt mit Kohlenwasserstoffgas, entweicht in grofser Menge. Nachdem der Saft seine frühere Dünnflüssigkeit wieder angenommen und ausgegohren hat, wozu gewöhnlich etwa zwei Monate erforderlich sind, rauche man ihn bis zur Syrupsconsistenz ab. Die ganze Masse ist dann von einer Menge Krystalle erfüllt, die, nachdem sie mit kleinen Mengen

kalten Wassers gewaschen und darauf ausgepreſst worden sind, Mannazucker in gröſster Reinheit darstellen; überdieſs enthält die Masse einen Zucker, der alle Eigenschaften des Traubenzuckers besitzt *). Den Rückstand der Verdampfung ziehe man mit Alkohol aus, welcher die Milchsäure löst, und viele nicht weiter zu untersuchende Substanzen zurückläſst. Das alkoholische Extract ziehe man darauf mit Wasser aus, sondere den Rückstand ab und sättige die Flüssigkeit mit kohlensaurem Zinkoxyd, wobei abermals, und noch reichlicher als zuvor, ein Niederschlag entsteht. Das nach der Eindampfung herauskrystallisirte milchsaure Zinkoxyd erhitze man mit Wasser und etwas Thierkohle, die zuvor durch Chlorwasserstoffsäure gereinigt worden ist, und filtrire dann siedend. Das nun in vollkommen weiſsen Krystallen angeschossene milchsaure Zinkoxyd wasche man mehrmals mit siedendem Alkohol, in welchem es unlöslich ist. Durch successive Behandlung mit Baryt und Schwefelsäure scheide man jetzt die Milchsäure ab, dampfe sie im Vacuo ein, und schüttele sie endlich mit Schwefeläther, welcher sie bis auf einige Spuren einer flockigen Substanz auflösen wird.

So erhalten, ist die Säure ganz farblos; sollte sie es nicht seyn, was geschieht, wenn sie aus den letzten Anschüssen des Zinksalzes bereitet ist, so binde man sie an Kalk, koche das Salz mit Wasser und gereinigter Thierkohle, lasse es krystallisiren, löse es in siedendem Alkohol, lasse es wieder krystallisiren, löse es nun in Wasser und zersetze es durch Kleesäure. Die Säure ist jetzt immer weiſs und rein, wovon man sich durch

*) Bei der Gährung des Runkelrübensaftes scheint der Rohrzucker sich anfangs in Traubenzucker, und dieser dann in Mannazukker umzuwandeln; denn die Menge des letzteren wächst mit der Dauer der Gährung, so daſs man endlich nur Mannazucker ohne *Traubenzucker* erhält.

den Vergleich mit sublimirter und wieder gewässerter Milchsäure leicht überzeugen kann.

Eine grofse Menge Milch lange Zeit der Gährung überlassen und auf dieselbe Weise behandelt, lieferte uns eine Säure und Salze, welche in ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung durchaus nicht von der vorherigen Säure und deren Verbindungen verschieden waren.

Hr. Corriol hat beobachtet, dafs ein wäfsriger Aufguſs der Brechnufs (Nux vomica) nach mehrtägigem Gähren milchsauren Kalk absetzt, den man nur hinter einander mit Wasser und Alkohol zu behandeln braucht, um ihn völlig weifs zu erhalten. Diefs Salz, von dem uns Hr. Corriol eine grofse Menge überlassen hat, macht, seinen Versuchen zufolge, 2 bis 3 Procent von der Brechnufs aus. Der nämliche Chemiker hat auch milchsaure Talkerde in derselben gefunden. Beide Salze haben wir mit gröfster Leichtigkeit gereinigt, und aus ihnen eine Säure erhalten, die in allen Punkten identisch war mit der Milchsäure aus der Runkelrübe, dem Reifs und der Milch.

Rein und im Vacuo so lange eingedampft als sie noch Wasser verliert, stellt die Milchsäure eine durchaus farblose syrupsdicke Flüssigkeit dar, welche bei 20° C. die Dichte 1,215 besitzt. Sie ist geruchlos und aufserordentlich sauer, in letzterer Hinsicht den kräftigsten Pflanzensäuren vergleichbar. An der Luft zieht sie Feuchtigkeit an. Von Wasser und Alkohol wird sie in jedem Verhältnifs, von Aether in geringerer Menge gelöst.

Durch Kochen mit concentrirter Salpetersäure wird sie in Kleesäure umgewandelt. Zwei Tropfen Milchsäure in 100 Grm. kochender Milch geschüttet, bringen diese zum Gerinnen; in der Kälte aber wird sie von einer viel gröfseren Menge der Säure nicht verändert. In geringer Menge hat sie auch die Eigenschaft das Eiweifs zu coaguliren.

Der phosphorsaure Kalk der Knochen wird rasch

von ihr gelöst *). Aus einer Lösung von essigsaurem Kali entwickelt sie beim Sieden Essigsäure.

In eine kalte concentrirte Auflösung von essigsaurer Talkerde geschüttet, bringt sie nach einiger Zeit einen weifsen und körnigen Niederschlag von milchsaurer Talkerde hervor, während die Flüssigkeit stark nach Essig riecht. Diefs Kennzeichen ist wichtig.

Auch in concentrirter Lösung von essigsaurem Zink bringt sie einen Niederschlag von milchsaurem Zink hervor. Andererseits wird milchsaures Silberoxyd von essigsaurem Kali zersetzt und essigsaures Silberoxyd in Fülle abgeschieden.

Kalk-, Baryt- und Strontianwasser werden nicht von ihr getrübt.

Das merkwürdigste aller Kennzeichen der Milchsäure, das für sich allein zu ihrer Erkennung hinreicht, ist aber die Erscheinung bei ihrer Sublimation.

Erwärmt man stufenweis und vorsichtig die anfangs syrupsdicke Säure, so nimmt sie zuerst eine grofse Dünnflüssigkeit an, färbt sich bald, und giebt, aufser brennbaren Gasen, Essig und kohligem Rückstand, eine grofse Menge einer weifsen starren Substanz, welche zugleich sauer und bitter ist. Diese Substanz, nachdem sie durch Auspressen zwischen mehren Lagen Josephspapier mechanisch von der sie begleitenden riechenden Substanz befreit worden, ist in sehr starkem Verhältnisse in siedendem Alkohol löslich, und fällt daraus beim Erkalten in rhomboïdalen, glänzendweifsen Tafeln nieder. Diese Krystalle sind völlig geruchlos, schmecken sauer, aber, ohne Zweifel wegen ihrer geringen Löslichkeit, unvergleichbar schwächer als die flüssige Milchsäure. Sie schmelzen bei 107° C., und die dann entstandene Flüssigkeit siedet bei 250°

*) Berzelius ist der Meinung, der phosphorsaure Kalk in der Milch werde durch die anwesende Milchsäure aufgelöst erhalten; diefs stimmt mit unserer Beobachtung.

250° C., unter Verbreitung weifser stechender Dämpfe, welche sich an kalten Körpern zu Krystallen verdichten, ähnlich denen, aus welchen sie entstanden sind. Die Dämpfe sind entzündlich und brennen mit rein blauer Farbe. Leitet man die Sublimation der Krystalle mit Sorgfalt, so bemerkt man keinen Rückstand in dem Gefäfse; sämmtliche Säure steigt unverändert auf. Weder bei mehrmaligem Schmelzen noch Sublimiren verlieren die Krystalle das mindeste Wasser.

Das Krystallisirungsbestreben dieser sublimirten Milchsäure ist, vor Allem auf trocknem Wege, wahrhaft merkwürdig. Wie schnell man auch die Röhre, in der man sie geschmolzen hat, zur Störung der Krystallisation schütteln mag, so kann man doch nicht hindern, dafs die Säure wieder in vollkommen netten Krystallen gesteht.

In Wasser lösen sich diese Krystalle nur sehr langsam; umsonst versuchten wir sie aus dieser Lösung durch Abdampfen im Vacuo wieder zu erhalten. Die Flüssigkeit blieb klar und verdickte sich nach und nach bis ganz zu dem Ansehen der auf nassem Wege erhaltenen concentrirten Milchsäure.

Wiewohl es schon Wahrscheinlichkeit hatte, dafs der Zustandsunterschied dieser beiden Säuren dem Wassergehalt zuzuschreiben war, so haben wir uns doch davon durch eine vergleichende Analyse der flüssigen und der krystallisirten Säure zu überzeugen gesucht, und dabei folgende Resultate erhalten:

I. 1,099 flüssig. Säure gab. 1,633 Kohlens. u. 0,705 Wasser
II. 1,102 - - - 1,630 - - 0,675 -

Darnach enthält die flüssige Säure in 100:

	I.	II.	Atome.
Kohle	41,00	40,89	6 C
Wasserstoff	7,11	6,79	12 H *)
Sauerstoff	51,89	52,33	6 O

*) Nämlich H = 6,24; die Verfasser nehmen es doppelt so grofs.

P.

I. 0,772 sublim. Säure gab. 1,377 Kohlens. u. 0,385 Wass.
II. 0,768 - - - 1,380 - - 0,384 -
III. 0,462 - - - 0,844 - - 0,239 -

Darnach enthält die sublimirte krystallisirte Säure:

	I.	II.	III.	Atome.
Kohle	49,31	49,68	50,51	6C
Wasserstoff	5,53	5,54	5,73	8H
Sauerstoff	45,16	44,78	43,76	4O
	100,00	100,00	100,00.	

Diesen Analysen zufolge ist die flüssige Säure nur dadurch, dafs sie 2 Atome Wasser enthält, von der krystallisirten Säure verschieden. Diefs bestätigen übrigens folgende Versuche:

Die sublimirte Säure löst sich anfangs nur sehr wenig in Wasser, bei fortgesetztem Sieden aber nimmt die Flüssigkeit bald eine syrupsartige Consistenz an, und zugleich wird ihre Sauerheit, die anfangs fast unmerklich war, unerträglich. Im Vacuo eingedampft, hinterläfst sie eine flüssige Säure, ganz der durch Oxalsäure aus milchsaurem Kalk erhaltenen ähnlich. Dieselbe Umwandelung erleidet sie auch, doch viel langsamer, beim Stehen an der Luft.

Diese Versuche erklären die früher von uns beobachtete Thatsache, dafs die Milchsäure, welche wir durch Oxalsäure aus der Verbindung der *krystallisirten* Milchsäure mit Kalk abgeschieden, immer flüssig blieb, und identisch war mit der, welche aus dem mit *unkrystallisirbarer* Milchsäure bereiteten Salze erhalten worden.

Durch Verbindung dieser zwei Säuren mit denselben Basen haben wir stets die nämlichen Salze von beiden erhalten. Ihre Krystallform und ihre Zusammensetzung sind vollkommen gleich, wie man aus unseren vergleichenden Versuchen sehen wird.

Wir begnügten uns nicht, diese Salze mit der aus Einer Substanz gewonnenen Säure zu bereiten, son-

dern bedienten uns der Säure aus der Brechnufs, aus sauer gewordener Milch, aus gegohrenem Runkelrübensaft und aus den sauren Wässern der Stärkemacher.

Zunächst bestimmten wir das Sättigungsvermögen:

milchsaures	getrocknet	hinterliefs	Sättigungsvermögen.
0,755 Zink	bei 120° C.	0,250 Zinkoxyd	1016,4
1,253 Kupfer	- - -	0,410 Kupferoxyd	1019,2
1,250 -	- - -	0,410 -	1016,7
0,680 Silber	- 80° -	0,368 Silbermetall	1026,4
		Mittel	1019,7

Andererseits hinterliefsen 1,072 milchsaures Kupferoxyd, bereitet aus sublimirter Säure, 0,250 Kupferoxyd, was die Zahl 1022,0 als Sättigungsvermögen giebt.

	milchsaures	entsprechend		gaben		
I.	0,807 Zink	0,540 Säure	0,872 Kohlens.		0,310 Wass.	
II.	1,425 Zink *)	0,954	-	1,570	-	0,544 -
III.	1,478 Kupfer	0,992	-	1,615	-	0,559 -
IV.	0,987 Kalk	0,731	-	1,070	-	0,420 -

Woraus:

	I.	II.	III.	IV.	Berechnet.
Kohlenstoff	44,64	45,50	45,05	44,59	44,90
Wasserstoff	6,36	6,32	6,25	6,38	6,11
Sauerstoff	49,00	48,18	48,70	49,03	48,99

Die Berechnung geschah nach der Formel $C^6 H^{10} O^5$, welche zugleich für das Atomgewicht der Säure die Zahl 1021 giebt, wenig abweichend von der durch die Analyse gefundenen 1019,7. Die Uebereinstimmung der nach dieser Formel berechneten Resultate mit denen der Analyse ist so grofs als man nur wünschen kann, und es steht also nicht zu bezweifeln, dafs die Milchsäure, so wie sie in den trocknen Salzen enthalten ist, aus 6 At. Kohle,

*) Mit sublimirter Säure bereitet.

10 At. Wasserstoff und 5 At. Sauerstoff besteht oder vielmehr aus $C^6H^8O^4+H^2O$.

Bei der Verbindung mit Basen *verliert* demnach die flüssige Milchsäure ein Atom Wasser, während die sublimirte Säure ein Atom Wasser dabei *aufnimmt*.

Es ist uns nicht möglich gewesen, ein milchsaures Salz so weit zu trocknen, dafs es nur eine Verbindung der Base mit der sublimirten Säure dargestellt hätte. Diese Salze halten hartnäckig ein Atom Wasser zurück, das man ihnen nicht vor ihrer Zersetzung rauben kann. Das milchsaure Zink z. B., welches der Wirkung der Wärme am besten widersteht, verliert bei 245° C. nicht mehr Wasser als es bei 120° C. verloren hat; und wenn es gegen 250° C. der Fall ist, so hat diefs seinen Grund in einer anfangenden Schwärzung und Zersetzung. Nicht besseren Erfolg hatte ein längeres Stehenlassen im Vacuo; die milchsauren Salze verloren darin nicht mehr Wasser als auf dem Oelbade.

Das Wasser scheint demnach wesentlich nicht für das Bestehen der Milchsäure an sich (weil die durch Sublimation erhaltene wasserfrei ist), sondern für die Bildung milchsaurer Salze. Es ist merkwürdig, dafs der Säure durch die Sublimation ein Atom Wasser mehr entzogen wird als durch die Sättigung. Wie dem auch sey, so hat man doch folgende Zusammensetzungen:

Säure flüssig $C^6H^{12}O^6$ oder $C^6H^8O^4+2H^2O$
- in den Salzen $C^6H^{10}O^5$ - $C^6H^8O^4+H^2O$
- wasserfrei $C^6H^8O^4$

Milchsaure Salze.

Das *Kalksalz* ist weifs, in siedendem Wasser sehr löslich, und scheidet sich beim Erkalten gröfstentheils wieder aus, in weifsen, sehr kurzen, von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt auslaufenden Nadeln. Oft ist die Krystallisation verworren und der des Traubenzuckers ähnlich. Es enthält 29,5 Hundertel Krystallwasser, ent-

sprechend 6 Atomen. Auch in heifsem Alkohol löst es sich in ziemlich beträchtlicher Menge. Es erleidet hinter einander die wäfsrige und die feurige Schmelzung, und zersetzt sich darauf nach Art anderer organischen Salze.

Das *Kupfersalz*, sehr schön blau, krystallisirt mit gröfster Leichtigkeit in vierseitigen Prismen; es enthält drei Atome Krystallwasser und löst sich nicht in Alkohol. Bringt man Milchsäure mit Kupferoxydul in Berührung, so bildet sich milchsaures Kupferoxyd, während Kupfermetall niederfällt.

Das *Zinksalz* ist weifs, wenig löslich in kaltem Wasser, weit mehr aber im siedenden, und daraus in vierseitigen schief abgeschnittenen Prismen anschiefsend, unlöslich in Alkohol und vier Atome Krystallwasser enthaltend.

Das *Talkerdesalz*, leicht durch Doppelzersetzung erhaltbar, krystallisirt in kleinen weifsen, im Sonnenlicht sehr glänzenden, etwas efflorescirenden Krystallen, die fast das 30fache Gewicht Wasser zur Lösung erfordern, und 4 Atome Wasser enthalten.

Das *Mangansalz* krystallisirt mit gleicher Leichtigkeit wie das Kupfersalz, und zwar, wie Hr. Braconnot es angiebt, in Tetraëdern, von deren Flächen zwei die beiden andern an Gröfse übertreffen, und die an den Ecken zweiflächige Zuspitzungen, aufgesetzt auf die gröfseren Flächen, besitzen. Es ist farblos oder schwach rosenfarben, enthält 5 Atome Krystallwasser und verwittert an der Luft.

Eisenfeilicht wird lebhaft von der Milchsäure angegriffen, unter Entwicklung von Wasserstoffgas und Bildung von milchsaurem Eisenoxydul, welches sich in zarten, höchst weifsen und wenig löslichen tetraëdrischen Nadeln niederschlägt. Es kann länger als einen Monat an der Luft liegen, ohne sich zu färben oder höher zu oxydiren; allein im Wasser gelöst, geht es, wie alle Ei-

senoxydulsalze, rasch in Eisenoxydsalz über. Es enthält 19,2 Procent oder 6 At. Krystallwasser.

Das *Eisenoxydsalz* ist braun und zerfliefslich.

Das *Kobaltsalz* bildet rosenrothe, wenig in Wasser lösliche Krystallkörner, die 3,5 Atome Wasser enthalten, und, nach dem Verluste derselben, eine dunklere, sehr schöne Farbe annehmen.

Das *Nickelsalz* ist apfelgrün und löslicher als das vorhergehende, krystallisirt, aber zu undeutlich, um die Form erkennen zu lassen.

Das *Chromsalz* ist unkrystallisirbar.

Das *Silbersalz* krystallisirt in sehr zarten, sehr langen und sehr weifsen Nadeln, die im Wasser sehr löslich und am Licht leicht veränderlich sind.

Das *Quecksilberoxydsalz* krystallisirt auch, aber wegen seiner grofsen Löslichkeit schwieriger.

Das *Thonerdesalz* ist auch sehr löslich und schwierig zu krystallisiren; dasselbe gilt vom Kali-, Natron- und Ammoniaksalz.

Das *Blei-* und das *Barytsalz* ähneln einem Gummi, zerfliefsen aber trotz dieser Unkrystallisirbarkeit nicht.

Zusammengefafst, was hier über die Milchsäure gesagt worden, sieht man deutlich, dafs wir dieselbe im Zustande vollkommener Reinheit dargestellt haben, dafs sie, enthalte sie nun, wie im flüssigen Zustande, zwei Atome Wasser, oder, wie nach der Sublimation, gar kein Wasser, immer die nämlichen, vollkommen bestimmten, und zum Theil wohl krystallisirten Salze liefert, so dafs man nach allen diesen Kennzeichen nicht an ihrer Existenz als eigenthümliche Säure zweifeln darf.

Wenn Scheele, Braconnot und Berzelius bei der Destillation nicht die Bildung einer flüchtigen krystallisirbaren Säure bemerkten, so rührt diefs davon her, dafs sie mit einem unreinen Körper arbeiteten, der in der Hitze gänzlich zersetzt und zerstört wurde. Destillirt man nämlich Milchsäure, welche nach dem gewöhn-

lichen Verfahren bereitet worden ist, oder reine, welcher man eine geringe Menge organischer Substanz, z. B. Eiweifs, zugesetzt hat, so erhält man kein starres Product, sondern sie wird gänzlich zersetzt. Mehrmals ist es uns begegnet, dafs wir bei der Destillation grofser Mengen einer Milchsäure, die aus unreinem Kalksalz bereitet worden war, nicht die geringste Spur einer starren Substanz erhielten, während, wenn die Säure rein war, stammte sie nun aus Milch oder einer anderen Quelle ab, immer bei der Destillation krystallisirte Säure lieferte *).

XII. *Ueber das ätherische Oel des schwarzen Senfs;*

von HH. Dumas und Pelouze.

(*L'Institut*, *No.* 16, *p.* 138.)

Die Arbeiten der Herren Robiquet und Boutron-Charlard, des Hrn. Fauré und der HH. Henry und Garrot haben die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diese Substanz hingelenkt, und mit Recht, denn sie besitzt in der That merkwürdige Eigenschaften.

Aus diesen Arbeiten weifs man, dafs das ätherische Oel nicht fertig gebildet in den Senfkörnern vorhanden ist, sondern dafs es sich bei der Destillation unter Mitwirkung des Wassers erst erzeugt. Diese wichtige Beobachtung, welche durch die sonderbar verwickelte Zusammensetzung des Oels noch mehr Interesse gewinnt, hat uns

*) Hr. Liebig, dem wir unsere Resultate mittheilten, schrieb uns, dafs er früher mit Hrn. Mitscherlich einige Analysen der milchsauren Salze angestellt hätte, die noch nicht bekannt gemacht worden wären. Die Zahlen, welche sie bei der Analyse des milchsauren Zinkoxyds fanden, und aus denen sie die Zusammensetzung dieses Salzes und ihrer Säure herleiteten, stimmen genau mit den von uns erhaltenen. Dieses für uns so glückliche Zusammentreffen konnten wir nicht mit Stillschweigen übergehen.

veranlafst, dieses Oel gründlich zu untersuchen. Gegenwärtiges ist nur der erste Theil unserer Arbeit.

Das von uns untersuchte Oel stammt aus sicherer Quelle, ein Theil nämlich von Hrn. Boutron-Charlard, der es eigends bereitete, der andere von Hrn. Robiquet; beide waren vollkommen identisch.

Das rohe Oel ist oft gefärbt. Herrn Boutron-Charlard ist es indefs durch besondere Sorgfalt bei der Bereitung gelungen uns ein fast farbloses rohes Oel zu liefern. Diese zufällige Färbung des rohen Oels will indefs wenig bedeuten; sie verschwindet fast immer nach einigen Rectificationen über freiem Feuer. Dadurch bekommt man das Oel klar und farblos, begabt mit allen Kennzeichen des gewöhnlichen Senföls.

So gereinigt siedet es bei 143° C., hat eine Dichte von 1,015 bei 20° C., und riecht ungemein stark und durchdringend. Es ist sehr löslich in Alkohol und Aether, und wird durch Wasser aus diesen Lösungen abgeschieden.

In der Wärme löst es viel Schwefel, der sich beim Erkalten krystallinisch wieder abscheidet. Es löst bei Erwärmung auch viel Phosphor und setzt diesen beim Erkalten in flüssiger Form ab, sobald die Temperatur nicht unter 43°, dem Schmelzpunkt des Phosphors, ist; unter diesem Punkt scheidet derselbe sich aber in Krystallen aus. Von Chlor wird es unter Bildung von Chlorwasserstoffsäure angegriffen, doch fehlt der Reaction, die ein weiteres Studium verlangt, die Nettigkeit.

Alkalien mit diesem Oel erhitzt, bilden zugleich Sulfure und Sulfocyanure, sicher auch noch eine dritte Substanz, welche wir noch nicht von dem unangegriffenen Oel getrennt haben. Bei dieser Reaction entwickeln sich grofse Mengen von Ammoniak.

Salpetersäure, Königswasser greifen es mächtig an und bilden zuletzt eine grofse Menge Schwefelsäure.

Die Analyse dieses Oels wurde folgendermafsen an-

gestellt. Der Schwefel wurde, nach Verbrennung des Oels durch Salpetersäure, als schwefelsaurer Baryt bestimmt. 0,885 Oel gaben 1,300 schwefelsauren Baryt. Die Bestimmung des Stickstoffs geschah nach der Methode, welche der Eine von uns bei der Analyse des Indigs kennen lehrte *). 0,894 Oel gaben 102,4 C. C. Stickgas, mit Feuchtigkeit gesättigt bei 8° C. und 0m,743. Wasserstoff und Kohlenstoff wurden durch die gewöhnlichen Methoden erhalten; nur wurde das Gas durch eine Röhre mit braunem Bleioxyd geleitet. 0,845 Oel gaben 0,381 Wasser; 0,502 Oel gaben 0,905 Kohlensäure. Nach diesen Resultaten sind in 100 Oel:

Schwefel	20,25
Stickgas	14,45
Wasserstoff	5,02
Kohlenstoff	49,98
Sauerstoff	10,30.

Die Zahl dieser Elemente machte es zum Gesetz, die Analyse zu wiederholen, um gröfsere Genauigkeit in die einzelnen Bestimmungen zu bringen. Da nämlich der Sauerstoff nicht anders als durch den Verlust bestimmt werden konnte, so mufste begreiflicherweise der geringste Fehler bei den übrigen vier Elementen, die direct gewägt wurden, für den Sauerstoff einen Fehler nach sich ziehen, durch den man die wahre Formel dieser Verbindung ganz verkennen konnte. Die Uebereinstimmung unserer Resultate flöfst uns das gröfste Zutrauen zu der folgenden Formel ein:

C^{32} **)	1224,3	49,84
H^{20}	125,0	5,09
N^{4}	354,0	14,41
$O^{\frac{5}{2}}$	250,0	10,18
$S^{\frac{1}{1}}$	502,9	20,48
	2456,2	100,00.

*) S. 92 dieses Hefts. P.

**) Nämlich $C = 38{,}216$ gesetzt, wie in diesem ganzen Aufsatz. P.

Weiterhin wird man sehen, dafs diese sehr merkwürdige Formel durch verschiedene, einer grofsen Genauigkeit fähige Methoden bestätigt wird.

Wirklich finden wir hier wieder fünf Atome elektronegativer Elemente, nämlich $\frac{5}{7}$ Sauerstoff und $\frac{5}{7}$ Schwefel, Körper, welche sich bekanntlich Atom für Atom einander ersetzen. Diese entsprechen also genau den 5 Atomen Sauerstoff, welche in die Zusammensetzung des Gewürznelkenöls eintreten, wie Einer von uns gezeigt hat *).

Man wird demnach zu der Meinung geführt, dafs die allgemeine Formel für die schweren ätherischen Oele blofs durch den Eintritt des Stickstoffs in das Radical und den des Schwefels in das negative Element modificirt worden ist.

Wie dem auch sey, verdiente doch das Senföl eine aufmerksame Untersuchung. Wir haben daher nach den Methoden, die Einer von uns kennen gelehrt hat, die Dichtigkeit seines Dampfes bestimmt. Die Versuche ergaben Folgendes:

Ballon voll Luft	62,619	47,820 Grm.
Lufttemperatur	8°	17° C.
Luftdruck	0,754	0,760 Met.
Ballon voll Dampf	62,930	48,318 Grm.
Temperatur des Dampfs	172°	168° C.
Rauminhalt des Ballons	210	308 C.C.

Hienach wäre die Dichte des Dampfs =3,40. Die Rechnung giebt fast denselben Werth:

Volume:	C^{16}	6,736
	H^{10}	0,688
	N^{2}	1,952
	$S^{\frac{5}{7}}$	2,756 **)
	$O^{\frac{5}{7}}$	1,378
		13,510 dividirt durch 4 =3,37.

Das Vorwalten der elektronegativen Elemente in die-

*) Siehe S. 88 dieses Heftes. *P.*

**) *Hier stimmt also die theoretische Dichte 2,318 mit der Beobachtung.* P.

sem Oel veranlafste uns, nachzusehen, ob es die Kennzeichen einer Säure besitze. Da aber die oxydirten Basen das Oel zerstören, so mufsten wir zum Ammoniak oder Phosphorwasserstoff greifen. Letzteres Gas ist ohne Einwirkung auf das Oel; das Ammoniak dagegen wird rasch absorbirt, und dadurch entsteht ein neuer in Wasser löslicher Körper, der mit gröfster Regelmäfsigkeit krystallisirt. Diefs Product ist indefs kein Salz, denn weder Säuren noch Basen vermögen ihm das Oel zu entziehen; vielmehr ist es ein zu den Amiden gehöriger Körper.

Nachdem erwiesen war, dafs vollkommen trocknes Ammoniak sich mit vollkommen trocknem Oel verbindet, ohne dafs Wasser oder sonst ein zufälliges Product auftritt, es sey denn einige unwägbare Spuren von schwefelcyanwasserstoffsaurem Ammoniak, haben wir Behufs der Bereitung des neuen Products ein recht einfaches Verfahren angewandt.

Es besteht darin, dafs man in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel das Oel mit einem Ueberschufs flüssigen Ammoniaks in Berührung setzt. Nach einigen Tagen ist das Oel vollständig verschwunden und durch eine schöne krystallisirte Masse ersetzt. Diese in Wasser gelöst und mit Thierkohle behandelt, giebt beim Erkalten vollkommen farblose Krystalle.

Diese Krystalle, Prismen mit rhomboïdaler Basis sind glänzend weifs, geruchlos, von bitterem Geschmack, und schmelzbar bei 70° C. Sie lösen sich in kaltem Wasser, noch besser in heifsem; auch in Alkohol und in Aether. Die Lösungen sind neutral, und werden durch kein Reagenz getrübt. Alkalien entwickeln beim Kochen Ammoniak aus ihnen, doch geschieht diese Entwicklung wie bei den Substanzen, welche, um dieses Gas auszugeben, Wasser zersetzen müssen. Salpetersäure zerstört die Krystalle und giebt Schwefelsäure. Durch kein Mittel gelang es das Senföl wieder abzuscheiden.

Die Analyse dieser Krystalle gab sehr nette Resultate. Wir hätten uns derselben entheben können, da wir durch Versuche gefunden hatten, dafs 0,410 Oel 100 C. C. trocknes Ammoniakgas bei 13° und 0,753 absorbiren, was eine Verbindung von Oel und Gas zu gleichen Volumen entspricht. Da indefs diese Analyse leichter war als die des Oels, so wollten wir sie doch zur Bestätigung der Zusammensetzung des Oels anstellen.

Zu dieser Analyse wurden dieselben Methoden angewandt wie zu der des Oels; daher möge die Angabe der erhaltenen Zahlen genügen. 0,760 Krystalle gaben 0,930 schwefelsauren Baryt. 0,800 Krystalle gaben 0,980 schwefelsauren Baryt. 0,500 Krystalle lieferten 101,6 C.C. gesättigt feuchtes Stickgas bei 10°,8 C. und 0,775 Met. 0,162 Krytsalle lieferten 32 C.C. Stickgas bei 11° C. und 0,759 Met. 0,400 gaben 0,251 Wasser und 0,635 Kohlensäure. 0,430 gaben 0,265 Wasser und 0,665 Kohlensäure. 0,445 gaben 0,277 Wasser und 0,695 Kohlensäure. Hieraus ergiebt sich folgende Zusammensetzung:

	Gefunden.	Berechnet.	Formel.	
Kohlenstoff	42,75	42,43	C^{32}	=1224,3
Wasserstoff	6,90	6,43	H^{32}	200,0
Stickstoff	24,62	24,54	N^{8}	708,0
Sauerstoff	8,89	8,66	$O^{\frac{5}{2}}$	250,0
Schwefel	16,84	17,44	$S^{\frac{5}{2}}$	502,9
	100,000	100,00		2885,2

und diese Formel wird ihrerseits durch 8 Vol. Ammoniakgas und 8 Vol. Oeldampf repräsentirt. Bekanntlich braucht man im Allgemeinen 1 Atom Säure zur Sättigung von 4 Vol. Ammoniakgas, und wiewohl wir es hier nicht mit einem wirklichen Salze zu thun haben, so läfst doch Alles glauben, dafs dieses Verbindungsverhältnifs gültig bleibe.

Mithin betrachten wir $C^{16}H^{10}N^{2}O^{\frac{1}{2}}S^{\frac{5}{2}}$ als wahre

Formel für das ätherische Senföl, und diese Formel würde dann vier Volume Oeldampf vorstellen.

Die Formel für die Krystalle wäre also:

$$C^{16}H^{16}N^4O^2S^4$$

und würde vorgestellt durch 4 Volume Oel und 4 Volume Ammoniak.

Bei Annahme dieser Formeln, welche nach Allem die Thatsachen ausdrücken, sieht man, dafs das ätherische Senföl wirklich nur $\frac{5}{2}$ Atome elektronegativer Elemente, sowohl Sauerstoff als Schwefel, enthält. Wollte man für dasselbe ein Seitenstück in der Mineralchemie suchen, so wären es die Phosphor- und Arsensäure.

Seit es übrigens erwiesen ist, dafs der Indig ein ternäres Radical, bestehend aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff einschliefst, hat das Daseyn eines ähnlichen Radicals im Senföl nichts Wunderbares. Was den Schwefel in diesem Oel betrifft, so ist zu vermuthen, ja zu behaupten, dafs er sich daselbst als Stellvertreter einer gleichen Anzahl Sauerstoffatome befindet. So kann man sich klare und einfache Vorstellungen über diese anscheinend so ungewöhnliche Verbindung machen.

XIII. *Ueber den künstlichen Kampher des Terpenthin- und des Citronenöls;*

von Hrn. J. Dumas.

(*Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 400.)

Die von mir in früheren Aufsätzen ausgesprochene Beziehung zwischen dem Radical, welches ich in dem Kampher und der Kamphersäure voraussetze, und denen, welche die Grundlage der künstlichen Kampher des Terpenthin- und Citronenöls ausmachen *), haben mich veran-

*) Annal. Bd. XXIV S. 580. P.

lafst, die beiden letzteren Körper sorgfältig zu untersuchen.

Der künstliche Terpenthinkampher ist der Gegenstand verschiedener Analysen gewesen, bei denen man nicht auf die leichte Zersetzbarkeit dieses Körpers Rücksicht genommen hat. Der von mir angewandte war immer ohne Sublimation gereinigt, bei der beständig Chlorwasserstoffsäure entweicht. Die früheren Analysen, besonders die von Oppermann *), scheinen mit einem Kampher angestellt worden zu seyn, der seiner Säure zum Theil beraubt war. Ich habe mich überzeugt, dafs der Terpenthinkampher bei der Destillation mit kohlensaurem Kalk fast eben so gut zersetzt wird wie bei der mit ätzendem Kalk; und diefs erklärt, wefshalb Hr. Oppermann, der den Kampher durch Sublimation über Kreide reinigte, weniger Chlorwasserstoffsäure gefunden hat als ich.

Bei einer schon vor längerer Zeit gemachten Analyse zerlegte ich einen Terpenthinkampher, der durch Waschen mit Alkohol gereinigt, zwischen Josephspapier ausgepreſst und wiederholt mit Alkohol umkrystallisirt worden war. Dabei erhielt ich folgende Resultate: 1,090 Kohlensäure und 0,387 Wasser von 0,428 Kampher; und 0,795 Chlorsilber von 1000 durch Glühen mit Kalk zersetzten Kampher.

Diefs gab für 100 Terpenthinkampher die Zusammensetzung:

Kohle	70,4
Wasserstoff	10,0
Chlor	19,9.

Die Analyse von Oppermann bewog mich, diese Resultate wieder aufmerksam zu betrachten, da die wenn gleich geringen Abweichungen von derselben weder mit den von mir beim Terpenthinöl sowohl auf diesem als anderem Wege erhaltenen Resultate übereinstimmten.

*) Annal. Bd. XXII S. 193. P.

Ich analysirte abermals einen Kampher, der aus einem wohl rectificirten Terpenthinöl bereitet, darauf mit Alkohol gewaschen, zwischen Josephspapier ausgepreſst, abermals gewaschen, und, nach neuer Auspressung, an der Luft getrocknet worden und sehr weiſs war.

Der auf diese Weise gereinigte künstliche Kampher wurde ferner dreimal hinter einander mit Alkohol umkrystallisirt, und darauf im Oelbade bis zum Schmelzen gelinde erwärmt.

Eine andere Portion dieses Kamphers wurde in Alkohol gelöst, die noch heiſse Lösung durch Wasser gefällt, der Niederschlag auf einem Filtrum gewaschen, getrocknet, und im Oelbade bis zum Schmelzen erhitzt.

Noch eine andere Portion desselben Kamphers wurde in Alkohol gelöst, mit Wasser gefällt und ausgewaschen, aber nicht geschmolzen, sondern im Vacuo getrocknet.

Endlich reinigte ich einen aus neuem Terpenthinöl bereiteten Kampher dadurch, daſs ich ihn in Alkohol löste, mit Silberoxyd kochte, so lange als noch die Flüssigkeit von salpetersaurem Silberoxyd getrübt wurde, durch Erkalten der Lösung herauskrystallisiren lieſs und die erhaltenen Krystalle im Vacuo trocknete.

Die Analyse dieser fünf verschiedenen Producte gab folgende Resultate:

I.	0,615	Kampher	gab.	1,568	Kohlensäure u.	0,543	Wass.
II.	0,421	-	-	1,066	-	- 0,369	-
III.	0,366	-	-	0,936	-	- 0,329	-
IV.	0,353	-	-	0,894	-	- 0,320	-
V.	0,425	-	-	1,077	-	- 0,377	-

woraus für deren Zusammensetzung in 100 hervorgeht:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kohle	70,5	70,0	70,7	70,1	70,1
Wasserstoff	9,8	9,7	9,9	10,1	9,8
Chlor	19,7	20,3	19,4	19,9	20,1

Bei No. II wurde das Chlor direct durch Kalk bestimmt. 100 Kampher gaben 20,5 Chlor.

Angenommen, wie ich es gethan, dafs der künstliche Terpenthinkampher 10 Vol. Kohle *) und 8 Vol. Wasserstoff verbunden mit 1 Vol. Chlorwasserstoffsäure enthält, gelangt man zu Resultaten, die den eben gefundenen so nahe kommen, dafs mir diese Uebereinstimmung als eine unbestreitbare Thatsache erscheint. Hier die berechneten Resultate:

1 Vol.	10 At. Kohle	382,6		70,03
	8 - Wasserstoff	50,0	}	9,72
1 Vol.	½ - Wasserstoff	3,1	}	
	½ - Chlor	110,6		20,25

Hr. Oppermann hat gezeigt, dafs der künstliche Terpenthinkampher bei Zersetzung durch Kalk in Chlorcalcium und Wasser übergeht, sein Kohlenwasserstoff dagegen abgeschieden wird. Er hatte die Güte ihn unter meinen Augen zu wiederholen, was fast ohne Verlust auf folgende Weise gelang:

Ich mischte den künstlichen Kampher mit dem doppelten oder dreifachen Gewicht an Aetzkalk und destillirte das Gemenge lebhaft in einem Oelbade. Das erhaltene Product wurde noch 4 oder 5 Mal auf dieselbe Weise mit Kalk destillirt. Dadurch wurden drei Viertel des Gewichts vom Kampher an jenem reinen Kohlenwasserstoff erhalten, dessen Zusammensetzung so richtig von Hrn. Oppermann angegeben ist. Dieser Kohlenwasserstoff besteht aus:

		(Dumas)	(Oppermann)
10 At. Kohle	382,6	88,44	88,48
8 - Wasserstoff	50,0	11,56	11,52
	432,6	100,00	100,00.

Diese Uebereinstimmung der Resultate scheint so genü-

*) C = 38,216 gesetzt. P.

nügend, dafs man es für überflüssig halten könnte, noch länger bei dem Gegenstande zu verweilen. Indefs veranlafste ein Umstand, dafs ich mich noch ferner mit ihm beschäfftigte. Oppermann sagt nämlich, dafs das Terpenthinöl, mit dem er arbeitete, ihm kaum 30 Procent Kampher gegeben habe, während wir leicht Terpenthinölsorten fanden, die wenigstens ein dem eignen gleiches Gewicht an künstlichem Kampher lieferten*). Da Hr. Oppermann seinen Kohlenwasserstoff bei mir aus einem nach seiner Methode erhaltenen Terpenthinkampher darstellte, so wollte ich meinerseits denselben aus künstlichem Kampher bereiten, der nach meiner Gewohnheit durch Sättigung sämmtlichen Terpenthinöls und vollständige Umwandlung in Kampher gewonnen war.

Ich war sehr erstaunt zu sehen, dafs diefs letztere ein flüssiges Product lieferte. Die letzten Antheile Chlorwasserstoffsäure daraus konnte ich nur durch mehre Destillationen über Kalk, Baryt und endlich über eine frisch bereitete Legirung von Kali und Antimon ausscheiden. Im letzteren Fall ward, wie zu erwarten, Wasserstoff entwickelt.

Mittelst dieser Reinigung fand sich, dafs die Substanz nichts anderes war als Terpenthinöl, denn es besafs dessen Elementar-Zusammensetzung und dessen Haupt-Eigenschaften, siedete bei 156° und hatte in Dampfform die Dichte 4,83. Nimmt man nun an, und dazu bin ich sehr geneigt, dafs die ersten Portionen des künstlichen Terpenthinöl-Kamphers bei +10° bis 12° C. ein starres Product liefern, so wäre hier ein zufälliges Product zu isoliren. Ich würde mich gern hiemit beschäfftigen, wenn nicht Hr. Oppermann bereits dasselbe zur Absicht hätte.

Künstlicher Citronenkampher.

Bei einer früheren Analyse des Citronenkamphers, wo ich denselben nur in geringer Menge und folglich

*) Ueber diese und die folgende Beobachtung giebt der nächste Aufsatz, S. 134, genügenden Aufschlufs. *P.*

nicht völliger Reinheit erhalten konnte, bekam ich 0,815 Kohlensäure und 0,320 Wasser von 0,400 Kampher, d. h. in 100:

Kohlenstoff	56,38
Wasserstoff	8,88
Chlor	34,74

eine Zusammensetzung, die sich sehr der Formel $C^{10}H^8 + ClH$ näherte, also auf dieselbe Menge Chlorwasserstoffsäure halb so viel Kohlenwasserstoff in diesem Kampher gab als in dem Terpenthinölkampher. Dieſs Resultat, vereint mit der Aehnlichkeit der Zusammensetzung, welche ich zwischen dem Terpenthin- und Citronenöl beobachtet hatte, brachten mich auf den Verdacht, daſs diese beiden Körper wohl isomer seyen. Gegenwärtig kann ich es durch zuverlässigere Thatsachen beweisen.

Ich bereitete gröſsere Mengen dieses Kamphers, lieſs ihn auf dem Filtrum auströpfeln, preſste ihn aus und krystallisirte ihn dann mehrmals mittelst Alkohol um. Ferner machte ich mit einem anderen Citronenöl eine neue Operation, hielt aber das schon durch mehrmalige Umkrystallisirung gereinigte Product in (der Hitze) einer siedenden Kalilauge in Schmelzung, wusch es dann und schmolz es abermals bei gelinder Wärme.

Diese beiden Producte gaben folgende Resultate:

I. 0,400 Citronenkampher, 0,338 Kohlens. 0,314 Wass.
II. 0,643 - - 1,350 - 0,495 -

wornach in 100 Citronenöl-Kampher:

	I.	II.
Kohle	57,96	58,09
Wasserstoff	8,71	8,54
Chlor	33,33	33,37

Nach der zuvor aufgestellten Formel würde man haben:

1 Vol.	5 At.	Kohle	191,3		57,97
	4 -	Wasserstoff	25,0	}	8,51
1 Vol.	½ At.	Wasserstoff	3,1	}	
	½ -	Chlor	110,6		33,52
			330,0		100,00.

Der Citronenkampher ist also eine Verbindung von 1 Vol. Chlorwasserstoffsäure und 1 Vol. Kohlenwasserstoff bestehend aus 5 Vol. Kohle und 4 Vol. Wasserstoff. Man sieht, das Verhältnifs ist dem beim Terpenthinkampher gleich, aber die Verdichtung ist halb so grofs. Diefs bestätigt, was ich über die wahrscheinliche Häufigkeit dieser Art Isomerie ausgesprochen habe.

Das rectificirte Citronenöl verwandelt sich gänzlich in künstlichen Kampher, ganz wie das Terpenthinöl. Denn, wenn man das mit Chlorwasserstoff gesättigte Oel, nachdem es eine erste Krystallisation geliefert hat, in einer Schale an der Luft stehen läfst, so gesteht es bald zur Masse. Wiederholt man diese Operation bei den successiven Mutterlaugen, so gesteht Alles zu Krystallen. Es scheint, als rühre die Schwierigkeit der Krystallisation von dem Ueberschufs der Chlorwasserstoffsäure her, welche, indem sie Feuchtigkeit anzieht, sich in eine Flüssigkeit verwandelt, welche sich von der krystallisirten Masse trennt.

Bei diesem Verfahren giebt das Citronenöl mehr als sein eigenes Gewicht an Kampher.

Die Basis dieses Kamphers läfst sich mittelst Alkalien ausscheiden wie beim Terpenthinkampher. Ich destillirte Citronenkampher erstlich drei Mal über Kalk, und dann, um sicher zu seyn, dafs kein Wasser mit übergehe, sechs Mal über Aetzbaryt. Das Destillat ist ein klares farbloses Oel, welches alle Kennzeichen und den angenehmen Geruch des Citronenöls besitzt. 0,396 dieser Substanz analysirt, gaben 1,264 Kohlensäure und 0,411 Wasser, d. h. in 100:

			Berechnet.
Kohle	88,32	=5 At. . . 191,3	88,44
Wasserstoff	11,77	=4 At. . . 25,0	11,56

Es ist also gewifs, dafs diese Substanz, welche fast die Gesammtheit des Citronenöls ausmacht, isomer ist mit der, welche ihrerseits fast die Gesammtheit des Terpenthinöls ausmacht, mit dem Unterschiede jedoch, dafs die Verdichtung der Elemente bei dem letzteren doppelt so grofs ist.

Nicht minder wahr ist, dafs in dem gewöhnlichen Kampher, im Terpenthin- und im Citronenkampher, abgesehen vom Sauerstoff oder Chlorwasserstoff, immer ein Kohlenwasserstoff von demselben Verhältnifs, d. h. $C^{10}H^8$ übrig bleibt. Als ich diesen Körper Camphogen nannte, dachte ich nicht an den des Citronenöls, welcher einen analogen Namen haben müfste, der hier aber schlecht und unbegründet angebracht seyn würde. Ich schlage daher für diesen Kohlenwasserstoff Namen mit der Endigung *ēn* (ène) vor, um Verwechselung mit den Pflanzenbasen zu vermeiden; diefs ist nothwendig, da seit langer Zeit wenigstens der ganze Kunstgriff bei der Nomenclatur organischer Substanzen auf den Verschiedenheiten der Wortendungen beruht. Demzufolge nenne ich *Camphēn* den Theil des Terpenthinöls, der sich mit der Chlorwasserstoffsäure verbindet und wahrscheinlich identisch ist mit dem reinen Terpenthinöl. Der künstliche Terpenthinkampher wird *chlorwasserstoffsaures Camphēn* *). Der aus dem Citronenkampher abgeschiedene Körper erhält den Namen *Citrēn*, und dieser Kampher selbst *chlorwasserstoffsaures Citrēn*. Das Citrēn scheint mir identisch mit dem rectificirten Citronenöl **).

*) Um sie scharf von den analogen Substanzen der Mineralchemie zu unterscheiden, nennt Hr. Dumas diese Verbindung im Französischen: camphène chlorhydraté: eben so auch: citrène chlorhydraté.

**) Zuletzt sucht Hr. Dumas noch den etwaigen Vorwurf der

XIV. *Ueber die Zusammensetzung einiger organischen Substanzen;*

von Blanchet und Sell.

(Auszug aus den Annal. der Pharm. Bd. VI S. 259)

Die numerischen Resultate dieser grofsen Arbeit, welche die Verfasser unter Leitung des Prof. Liebig angestellt, und in der Originalabhandlung mit allem, zur Beurtheilung ihrer Versuche nöthigen Detail belegt haben, ersieht man zunächst aus folgender Tafel. Die berechneten Resultate stützen sich auf die Berzelius'schen Atomengewichte. Die meisten der Resultate sind Mittel aus zwei bis drei Analysen.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Formel.
Terpenthinöl v. Abies pectinata	88,54	11,52		
von Pinus Mugho	88,07	11,65		
käufliches	87,81	11,45		
berechnet	88,46	11,54		$C_{10}H_{16}$
Terpenthinkampher	70,91	12,05	17,04	
berechnet	70,19	11,44	18,36	$C_{10}H_{16}+H_4O_2$
Kolophon	79,65	10,08	10,27	
berechnet	79,28	10,34	10,37	$C_{10}H_{16}+O$
Salzsaur. Terpenthinöl, festes	70,35	10,00	19,36 Cl	
berechnet	70,02	9,72	20,27 Cl	$C^{10}H^{16}+ClH$
Oel daraus (Dadyl)	88,61	11,59		
berechnet	88,46	11,54		$C_{10}H_{16}$

Neuerungssucht durch die Bemerkung von sich abzulehnen, dafs er zu diesen Vorschlägen nur durch die an dem Namen Oxamid erprobte Ueberzeugung geleitet worden, es sey gut die verschiedenen Gruppen der Pflanzenstoffe durch Namen mit übereinkommenden Endigungen zu unterscheiden.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Formel.
Citronenöl	87,93	11,57		
berechnet	88,46	11,54		$C_{10}H_{16}$
Salzsaur. Citronenöl	58,17	8,77	33,32 Cl	
berechnet	57,94	8,50	33,55 Cl	$C_{10}H_{16}+2ClH$
Oel dar. (Citronyl)	88,45	11,64		
berechnet	88,46	11,54		$C_{10}H_{16}$
Anisöl	81,35	8,55	10,10 O	
Anisstearopten . . .	81,21	8,12	10,67	
berechnet	81,39	7,96	10,64	$C_5H_6+O_{\frac{1}{2}}$
Fenchelöl	77,19	8,49	14,32	
Fenchelstearopten	80,95	8,17	10,88	
berechnet	81,39	7,96	10,64	$C_5H_6+O_{\frac{1}{2}}$
Pfeffermünzöl . . .	79,58	11,01	9,41	
berechnet	80,32	10,91	8,76	$C_6H_{10}+O_{\frac{1}{2}}$
Pfeffermünzstearopt.	77,37	11,95	10,18	
berechnet	77,28	12,59	10,12	$C_5H_{10}+O_{\frac{1}{2}}$
Cubebencampher	81,63	11,63	6,74	
berechnet	81,67	11,65	6,67	$C_{16}H_{28}+O_1$
Asarumöl	75,41	9,76	14,83	
berechnet	79,65	7,32	13,02	C_8H_9O
Asarumkampher . .	69,61	7,74	22,64	
berechnet	69,48	7,78	22,73	$C_8H_9O+H_2O$
Petersilienkampher	65,53	6,38	28,09	
berechnet	65,30	6,21	28,48	$C_6H_7O_2$
Gemeiner Kampher	79,35	10,60	10,05	
berechnet	79,28	10,34	10,37	$C_{10}H_{16}+O_1$
Petroleum				
No. 1 beob.	85,05	14,30		
No. 4 beob.	87,70	13,00		
Steinkohlenöl beob.	89,15	9,07		

Terpenthinöl. Aus den mit dem Terpenthinöl und seinen Producten angestellten Analysen ziehen die Verfasser folgende allgemeine Schlüsse. Alle Terpenthinölsorten sind, Dumas's Vermuthung zuwider, von identischer Zusammensetzung. Sie sämmtlich bestehen aus zwei verschiedenen, und zwar isomeren Oelen, dem *Dadyl* und *Peucyl* (von δᾷς und πεύκη, Kienbaum, und ὑλη,

Stoff, gebildet), durch deren relatives Verhältnifs die Verschiedenheit der einzelnen Terpenthinölsorten begründet wird. *Dadyl* und *Peucyl* sind unveränderliche organische Radicale, und beide haben gleiche Zusammensetzung wie das Camphogen von Dumas. Ersteres giebt mit Chlorwasserstoff eine starre, letzteres eine flüssige Verbindung. Der Terpenthinkampher ist ein Hydrat, das Kolophon dagegen ein Oxyd eines oder beider dieser Radicale, da letzteres nach Unverdorben aus zwei verschiedenen und offenbar auch isomeren Harzen besteht.

Die Zerlegung des *Terpenthinöls* führte sie zunächst zu dem Resultat, dafs dasselbe keinen Sauerstoff enthält, und dafs der Fehler bei Oppermann's Analyse des käuflichen Oels lediglich durch dessen Wassergehalt veranlafst worden, der sich dem Oel durch Rectification über Chlorcalcium nicht entziehen läfst, da sein Siedpunkt höher ist als die Temperatur, bei welcher das Chlorcalcium sein Krystallwasser abgiebt. Die Verfasser wandten daher nur eine blofse Digestion mit diesem Salze bei gewöhnlicher Temperatur an; sie entfernt alles Wasser aus dem Oel. Die ausnehmend schnelle Sauerstoffaufnahme des Terpenthinöls bei Berührung mit atmosphärischer Luft und besonders bei der Destillation in einem luftvollen Gefäfse, erfordert ferner, das Oel vor der Analyse so wenig als möglich an die Luft kommen zu lassen, sonst ist ein kleiner Fehler unvermeidlich.

Um die Identität der Zusammensetzung verschiedener Terpenthinöle zu erweisen, analysirten die Verfasser die drei in der Tafel genannten Arten. Das von der Abies pectinata*) destillirten sie selbst aus dem weifsen, durchsichtigen, sehr flüssigen und angenehm riechenden Terpenthin, welcher in den Vogesen unter dem Namen *Poix claire* bekannt ist, und daselbst zur Sommerzeit durch Aufstechen der angeschwollenen Stellen der Rinde dieses Baums gewonnen wird. Mit Wasser rectificirt und durch Digestion in gewöhnlicher Temperatur mit

*) Pinus Picea L.

Chlorcalcium entwässert, besafs es bei 15° die Dichte 0,880 und den Siedpunkt 155° C. Es roch dem Citronenöl ähnlich, war vollkommen farblos, mit absolutem Alkohol in allen Verhältnissen mischbar, und selbst in gewöhnlichem löslicher als das käufliche Terpenthinöl. Das zweite wird in der Schweiz durch Destillation der Zapfen von Pinus Mugho (?) mit Wasser erhalten, und ist, wie es im Handel vorkommt, wenig gefärbt, im Geruch der Orangenblüthe nicht unähnlich. Mit Wasser rectificirt und durch Chlorcalcium entwässert, war es vollkommen farblos und im Verhalten zum Alkohol dem vorhergehenden ähnlich. Es siedete bei 165° C. Das käufliche endlich wurde ebenfalls von dem beigemengten Harz und dem Stearopten, das sich nach Marqueron bei —27° C. ausscheiden läfst, durch Destillation mit Wasser getrennt und durch Digestion in gewöhnlicher Temperatur mit Chlorcalcium entwässert. Es war bei 10° C. in 12 Th. Alkohol von 33° B. löslich, mit absolutem Alkohol in jedem Verhältnifs mischbar, und siedete, unrectificirt, bei 150° C.

Alle drei Oele lösen eine gewisse Menge Jod auf, wenn es nach und nach hinzugesetzt wird; verpuffen aber, wenn ihnen viel Jod hinzugefügt wird, besonders leicht bei Erwärmung. Weder metallisches Silber noch Stärkmehl zeigt die Gegenwart des aufgelösten Jods an. — Läfst man trocknes Chlor in das Oel streichen, so wird es unter Entwicklung von salzsauren Dämpfen nach längerer Zeit dicklich, so dafs man es erwärmen mufs, um die Operation fortsetzen zu können, die wahrscheinlich zuletzt einen Chlorkohlenstoff liefern würde. Einige Tropfen Oel in eine mit Chlorgas gefüllte Flasche gebracht und dem Sonnenlicht ausgesetzt, geben unter Bildung von salzsauren Dämpfen, aber ohne die geringste Detonation, ein neues Product (welches?), während das Oel, wahrscheinlich von ausgeschiedenem Harz, terpenthinartig und gelb wird. — Concentrirte Salpetersäure wirkt bekanntlich so heftig auf das Oel, dafs das Gemisch sich von

selbst entzündet; verdünnte verwandelt es in eine weiße flockige Säure, die zu Boden fällt, und eine harzige Masse, die obenauf schwimmt, und bei fernerem Zusatz von verdünnter Säure ebenfalls in die Säure übergeht. — Kalium wirkt auf das wasserfreie Oel nicht im Mindesten ein. — Aetzkalilauge färbt es gelb und zuletzt dunkelbraun, auf Zusatz von Wasser erfolgt keine Aenderung. — Aetzkalk nimmt ihm seine gelbliche Farbe und zum Theil seinen unangenehmen Geruch.

Terpenthinkampher ist der schon von Buchner, Boissenot, Persoz und Cluzel untersuchte Stoff, welcher sich, nach längerer Erwärmung des Terpenthinöls in einer Destillationsgefäfse bis +50° C., entweder als Sublimat an die oberen Theile des Gefäfses anlegt oder in Krystallen aus dem Destillate abscheidet *). Man soll ihn nur aus altem mit Wasser rectificirten, nie aus frischem Oel erhalten. Er krystallisirt in geraden rechtwinklichen oder rhomboïdischen, büschelförmig vereinigten Säulen, schmilzt bei 150° C., sublimirt zwischen 150° und 155° unzersetzt und eben so leicht als Benzoësäure, verdampft auf glühender Kohle oder in der Lichtflamme, ohne sich zu entzünden, löst sich in Weingeist, Aether, fetten und ätherischen Oelen, in 200 Th. kaltem und 22 Th. siedendem Wasser, wird vom Wasser aus der weingeistigen Lösung, und durch Erkältung aus der in Mohnöl krystallinisch abgeschieden, aber nicht aus der in erwärmtem Terpenthinöl. Zufolge der Analyse ist dieser Kampher ein Hydrat des Terpenthinöls.

Kolophon. Das zur Analyse angewandte war von den Verfassern selbst aus dem schon erwähnten Terpenthin der Vogesen durch Destillation geschieden, mit oft erneutem Wasser gekocht, um alles flüchtige Oel davon zu trennen, darauf im Silbertiegel ausgegossen und ohne

*) Nicht zu verwechseln ist derselbe mit dem, welcher sich bei —27° C. aus dem Terpenthinöl abscheidet, schon bei —7° schmilzt und auch sonst andere Eigenschaften hat.

Wasser noch einige Zeit gekocht. Es war gelblich, sehr durchsichtig und zerreiblich, sehr löslich in Alkohol (auch in absolutem vollkommen), Aether (aus dem es nach Verdampfung wieder vollkommen weifs erhalten wurde) in den verschiedenen Steinölen, von denen weiter unten die Rede seyn wird, in fetten und ätherischen Oelen. Zufolge der Analyse ist das Kolophon ein Oxyd des Terpenthinöls. Indefs ist zu bemerken, dafs das Kolophon, nach Unverdorben, aus zwei Harzen besteht, von denen eins im kalten Alkohol von 72° B., das andere aber erst im Doppelten erwärmten Alkohols löslich ist, beide übrigens sich gegen Alkalien und Schwefelsäure völlig gleich verhalten. Die Verfasser betrachten hienach den Kolophon als einen Verein zweier isomeren Harze.

Salzsaures Terpenthinöl. Bei dem Verhalten des Chlorwasserstoffgases zum Terpenthinöl war es, wo die Verfasser die Entdeckung machten, welche die Grundlage ihrer vorhin angegebenen Schlufsfolgerung bildet. Sie fanden nämlich, dafs es zwei salzsaure Verbindungen giebt, eine starre und eine flüssige, deren Verhältnifs nach der angewandten Terpenthinölsorte verschieden ist. Erstere enthält zur Base das Dadyl, letztere das Peucyl.

a) Die *feste* Verbindung wurde dargestellt durch Hineinleiten von trocknem Chlorwasserstoffgas in käufliches, aber mit Wasser rectificirtes und durch Chlorcalcium vollkommen wieder entwässertes Terpenthinöl, so lange als noch eine Absorption stattfand. Bald schieden sich braune Punkte eines schon zersetzten Oels aus, die allmälig zunahmen, bis die ganze Flüssigkeit sich in zwei Theile trennte, einen festen und einen flüssigen. Die feste Masse wurde abfiltrirt, häufig zwischen Fliefspapier ausgepreſst, dann in siedendem Alkohol von 33° B. gelöst, der beim Erkalten herauskrystallisirende Kampher durch Filtration vom salzsäurehaltigen Weingeist befreit, auf dem Filtrum mit Weingeist gewaschen, auf dem Was-

serbade getrocknet und in dieser Temperatur mit geptülvertem Aetzkalk sublimirt.

So erhalten war er flockenartig, krystallinisch, vollkommen weifs, durchscheinend, fast geruchlos, leicht knetbar, und ohne Reaction auf Pflanzenfarben, schmolz bei 115° C. ohne zu spritzen, verdunstete bei jeder Temperatur wie der gewöhnliche Kampher, siedete bei 165° C. unter Entweichung saurer Dämpfe, löste sich nicht in Wasser, dagegen in 3 Th. Alkohol, auch in Aether, und krystallisirte daraus beim Verdampfen. Concentrirte Salpetersäure löste ihn in der Wärme unter Entwicklung salpetriger Dämpfe, concentrirte Schwefelsäure unter gleichen Umständen unter Entwicklung schwefliger Säure und Abscheidung von Kohle, wirkte aber kalt nicht ein. In Weingeist gelöst, wurde er weder durch salpetersaures Silberoxyd, noch salpetersaures Quecksilberoxydul zersetzt; eben so wenig als durch Sublimation in trocknem Ammoniakgas. Mit diesem Gase in Dampfform durch eine fast glühende Röhre geleitet, wurde er jedoch zerlegt, ein Oel und Kohle abgeschieden. Der Chlorgehalt wurde bestimmt theils durch den Verlust beim Verbrennen des Kamphers mit Kupferoxyd, theils mit Silberlösung durch Zersetzung des Chlorcalciums, welches sich beim Glühen des Kamphers mit Aetzkalk gebildet hatte.

b) Das flüssige salzsaure Terpenthinöl, welches nach der Abscheidung des starren zurückblieb, liefs sich bei fortgesetztem Hineinleiten von Chlorwasserstoffgas nicht mehr verändern. Es war braun, schwerer als Wasser, etwas weniger flüssig als das gewöhnliche Oel und stiefs salzsaure Dämpfe aus. Ein mit ihm getränktes Papier verbrannte mit stark rufsender, grün umsäumter, nach Benzoësäure riechender Flamme. Auf keine Weise war es rein zu erhalten, doch wurde es, in einer kleinen Retorte destillirt, weifs und durchsichtig, ohne Dämpfe aus-

zustofsen. Durch hineingeleitetes Ammoniak wurde es eben so wenig wie der Kampher verändert, noch irgend seiner Salzsäure beraubt. Wasser, das einige Stunden mit ihm gestanden hatte, reagirte nicht sauer. Alkohol zersetzte ihn dagegen unter diesen Umständen, reagirte sauer und liefs auf Zusatz von Wasser ein öliges Product fallen. Chlorgas trieb salzsaure Dämpfe aus der flüssigen Verbindung und machte sie dickflüssig, ohne sie jedoch durch 3monatliches Stehen mit Wasser zur Abscheidung von Krystallen zu veranlassen.

Das *Dadyl* wurde aus der festen salzsauren Verbindung auf die zuerst von Oppermann angegebene Art durch Aetzkalk abgeschieden, und da es noch ein wenig gelb war, mehrmals über Kalium destillirt. So erhalten, war es farblos, aromatisch riechend, selbst bei 0° noch flüssig, hatte bei 15° die Dichte 0,87, siedete bei 145 C. (der letzte Theil des Rectificats bei 154°), verhielt sich gegen Jod, ätzendes Kali, Schwefelsäure und Salpetersäure wie Terpenthinöl, und lieferte mit trocknem salzsauren Gase sogleich künstlichen Kampher. Die Analyse zeigte überdiefs, dafs es mit dem Terpenthinöl isomer war.

Das *Peucyl*, auf dieselbe Weise aus der flüssigen salzsauren Verbindung geschieden und über Kalium rectificirt, war vollkommen farblos, leichtflüssig wie Terpenthinöl, hatte das specif. Gewicht 0,86 und siedete bei 134°. Da das Dadyl isomer ist mit dem gewöhnlichen Terpenthinöl, so mufs es auch das Peucyl seyn; deshalb wurde es nicht analysirt.

Citronenöl. Auch dieses fanden die Verfasser bestehend aus zwei Oelen von gleicher Zusammensetzung unter sich und mit den beiden Bestandtheilen des Terpenthinöls. Das eine, mit dem Namen *Citronyl* belegt, bildet mit Chlorwasserstoffgas eine starre, und das andere, *Citryl* genannt, eine flüssige Verbindung.

Die Zusammengesetztheit des Citronenöls ergiebt sich

schon bei der Destillation desselben mit Wasser. Als die Verfasser ein Pfund Oel auf diese Weise analysirten, war die erste Unze des Destillats wasserhell und [illegible]te bei 167°, die letzte Unze dagegen, die gelblich [illegible]r, erst bei 173° C. *). Zu der Analyse, deren Resultat in der Tafel angegeben ist, wurde indefs nur das bei 167° C. siedende angewandt. Gegen Jod, Chlor, Salpetersäure, Kalium und Alkalien verhält sich übrigens das Citronenöl wie das Terpenthinöl.

Zur Bereituug des *salzsauren Citronenöls* wurde in käufliches Citronenöl, nachdem es durch Destillation mit Wasser rectificirt und durch geschmolzenes Chlorcalcium entwässert worden, trocknes Chlorwasserstoffgas geleitet. Es erwärmte sich dabei so stark, dafs es durch Wasser abgekühlt werden mufste, färbte sich auch braun, und erst nach längerer Zeit, nach einer weit stärkeren Gasabsorption als beim Terpenthinöl, schieden sich kleine Krystalle aus. Jetzt aus der Röhre gegossen und 24 Stunden sich selbst überlassen, war es krystallinisch geworden, und es konnte nun der feste Theil von dem flüssigen durch Filtration getrennt werden.

Der *feste Theil*, nachdem er mehre Tage an einem feuchten Ort auf dem Filtrum gelegen und dadurch an Festigkeit und Farblosigkeit gewonnen hatte, wurde zwischen Fliefspapier ausgepreſst, doch an einem kühlen Ort und nicht zwischen den Händen, um nichts durch Erwär-

*) Der Rückstand bei dieser Destillation enthielt einen braunen, krystallinischen Stoff, der durch Waschen mit Alkohol von anhängendem Oel befreit, wenig in Alkohol, aber leicht in Aether löslich war, und aus letzterer Lösung durch Alkohol als weifser Niederschlag gefällt werden konnte. Zwischen Fliefspapier konnte er nicht getrocknet werden. In erwärmtem Alkohol gelöst, schied er sich beim Erkalten zum Theil aus; beim Abdampfen des Alkohols wurde er zum Theil in ein flüssiges Oel zersetzt. Vielleicht, meinen die Verfasser, war diese Substanz das Hesperidin von Plisson und Boissenot.

mung zu verlieren. Durch Sammeln des krystallinischen Stoffs auf einem Filtrum, Abwaschen mit Alkohol und Lösen in erwärmtem Alkohol, erhielt man dann das feste salzsaure Citronenöl in krystallinischen silberglänzenden Blättchen; diese, nachdem sie durch Liegen theils an der Luft, theils unter einer Glocke mit Schwefelsäure den anhängenden Weingeist verloren hatten, wurden zur völligen Reinheit nochmals mit Aether umkrystallisirt. — So erhalten stellt die feste salzsaure Verbindung weifse Blättchen dar, hat einen der Tuberose ähnlichen Geruch, ist zerbrechlich, schmilzt, ohne zu spritzen, bei 43°, sublimirt unzersetzt bei 50° und siedet bei 160° C., wobei sie aber unter Entwicklung saurer Dämpfe zum Theil zersetzt wird, und dann erst wieder bei +20° gesteht. Sie ist wenig in Alkohol und leicht in Aether löslich, schmilzt im Destillirapparate mit Wasser erhitzt, und krystallisirt beim Erkalten wieder heraus, wird aber dabei zum Theil zersetzt und das Wasser reagirt sauer. Von Salpetersäure wird sie in der Kälte nicht angegriffen, in der Wärme aber vollkommen zersetzt, unter Entwickelung salpetriger Dämpfe. Von Schwefelsäure wird sie schon in der Kälte zersetzt, eben so von salpetersaurem Silber und salpetersaurem Quecksilberoxydul, dagegen von ätzendem Kali nur theilweis, und von salpetersaurem Bleioxyd weder kalt noch warm. Die Analyse zeigte, dafs diese Verbindung doppelt so viel Chlorwasserstoffsäure enthielt als die analoge des Terpenthinöls.

Das flüssige salzsaure Citronenöl, so wie es durch Filtriren von dem festen getrennt war, stellte eine braune Flüssigkeit dar. Als diese ferner mit salzsaurem Gase behandelt wurde, gestand sie zu einer weichen krystallinischen Masse, die, in erwärmten Alkohol gelöst, beim Erkalten keine Krystalle gab (abgerechnet einige von der beigemengten festen Verbindung), sondern sich zersetzte in ein Oel, das zu Boden fiel, und eine flüssige Säure,

die im Alkohol gelöst blieb. Zerlegt wurde diese Verbindung, wegen der Schwierigkeit ihrer Reinigung, nicht.

Zur Darstellung des *Citronyls* wurde das feste salzsaure Citronenöl dampfförmig durch eine mit Aetzkalk gefüllte und wenig erhitzte Glasröhre geleitet, da eine Destillation mit Aetzkali dasselbe nur unvollständig zerlegte. Es ging ein gelbliches Oel über, welches nach Rectification erst über frisch ausgeglühtes Kalkhydrat und dann über Kalium, vollkommen farblos war, aromatisch roch, dem salzsauren Oel ähnlich, bei 15° die Dichte 0,8569 hatte, bei 165° C. siedete, trocknes Chlorwasserstoffgas rasch absorbirte, und sonst alle Eigenschaften des Citronenöls besafs. Die in der Tafel angegebenen Resultate seiner Analyse zeigen, dafs es gleiche Zusammensetzung wie das Citronenöl, wie das Terpenthinöl und dessen beide Bestandtheile besitzt; das Citryl, das nicht näher untersucht wurde, mufs demnach auch gleiche Zusammensetzung haben.

Anisöl. Die Zusammensetzung desselben scheint verschieden zu seyn nach der Menge des in ihm gelösten Stearoptens. Einiges enthält davon den vierten Theil seines Gewichts und setzt es dann schon bei 17° C. ab; anderes enthält aber so wenig, dafs es bei jeder Temperatur flüssig bleibt. Das analysirte war gewöhnliches, sehr viel Stearopten enthaltendes gelb gefärbtes, durch Chlorcalcium entwässertes. An der Luft nimmt jedes Anisöl an Gewicht und Dickflüssigkeit zu.

Anisstearopten. Das analysirte wurde bei 0° von dem Eläopten des Anisöls durch Auspressen zwischen Fliefspapier getrennt, dann in warmen Alkohol von 90 Proc. gelöst, das beim Erkalten Herauskrystallisirte auf einem Filtrum gesammelt, zwischen Fliefspapier getrocknet und durch Schmelzen vom anhängenden Weingeist befreit. Das so erhaltene Stearopten stellte perlmutterglänzende Blättchen dar, war schwerer als Wasser, schmolz bei

+16° C., siedete unzersetzt bei 220°, war flüchtiger, aber in Weingeist schwerlöslicher als das Eläopten, litt im starren Zustande an der Luft keine Veränderung, im flüssigen aber dieselbe wie das Anisöl.

Fenchelöl scheidet sein Stearopten zuweilen bei +10° C. aus, zuweilen aber selbst nicht bei viel niederer Temperatur; es enthält also sein Stearopten und Eläopten in sehr wechselnden Verhältnissen. Das analysirte Oel schied sein Stearopten bei 10° C. aus.

Fenchelstearopten, auf ähnliche Art wie das Anisstearopten ausgeschieden und gereinigt, nur dafs die alkoholische Lösung bis —12° C. erkältet wurde, war schwerer als Wasser, schmolz bei +16° und siedete unzersetzt bei 220° C.

Der Vergleich der Analysen des Anis- und des Fenchelstearoptens zeigt, dafs beide von identischer Zusammensetzung sind, gleichen Schmelz- und Siedpunkt haben. Die Verschiedenheit beider Oele kann also nur in einer ungleichen Zusammensetzung ihrer Eläoptene zu suchen seyn.

Pfeffermünzöl. Von den beiden im Handel vorkommenden Arten scheidet das aus Amerika Stearopten in gröfserer Menge ab, das in Deutschland bereitete in viel geringerem Grade, und zwar, nach Giese, nur wenn die Pflanze in Blüthe gesammelt und getrocknet der Destillation mit Wasser unterworfen wurde, dagegen gar nicht, wenn es aus der frischen, nicht blühenden Pflanze gewonnen ward. Das zur Analyse angewandte war in Heidelberg frisch bereitet und durch mehrtägiges Stehen mit Chlorcalcium entwässert.

Pfeffermünzstearopten, aus amerikanischem Pfeffermünzöl durch Erkälten abgeschieden, krystallisirt in nadelförmigen Krystallen, schmilzt bei +27° C., siedet bei 208° C., wird dabei an der Luft aber gelblich und erstarrt dann erst wieder bei 24° C. In verschlossenen Gefäfsen destillirt es unverändert, und das Destillat krystal-

stallisirt beim Erkalten zu einer zerreiblichen, ziemlich harten Masse. Das Stearopten krystallisirt weder aus der Lösung in erwärmten Alkohol, noch aus einem Gemisch von Alkohol und Aether.

Das zur Analyse angewandte wurde durch Destillation gereinigt; die Resultate der Analyse zeigen, dafs es in seiner Zusammensetzung nicht identisch ist mit dem gemeinen Kampher, wie diefs Proust von den Stearoptenen der Labiaten glaubte.

Cubebenkampher. Die Cubeben liefern bei Destillation mit Wasser ein flüchtiges Oel, welches Kampher ausscheidet, gewöhnlich in rhombischen Krystallen. Dieser Kampher ist in Weingeist löslich, ohne daraus anzuschiefsen, läfst sich unzersetzt tropfenweise überdestilliren, und das Destillat erstarrt beim Erkalten zu einer strahligen krystallinischen Masse. Zur Analyse wurde er durch Destillation vom anhängenden Oel gereinigt. Aus der Lösung in Alkohol und Aether erhielten die Verfasser einmal einen schönen vollkommen durchsichtigen Krystall in Form eines Rhombenoctaëders, mit den Flächen der ersten rhombischen Säule und deren gerader Abstumpfung. Wegen allzu kleiner Quantität konnten sie keine weiteren Versuche mit diesem Kampher anstellen, auch, da sie kein Oel hatten, nicht entscheiden, durch welchen Procefs er aus diesem gebildet wird.

Asaruмöl und *Asarumkampher.* Beide Substanzen erhielten die Verfasser vom Dr. Graeger, der in seiner *Dissert. de asaro europaeo etc. Gotting.* 1830, zwei von ihm aus der Wurzel von Asarum europaeum dargestellte Stoffe beschrieben hat: den schon unter dem Namen Haselwurzkampher bekannten, und einen neuen, in der Krystallform und den übrigen Merkmalen von jenem etwas verschiedenen, Asarit genannt *). Das erhaltene und analysirte

*) Das Asarit erscheint als kleine seidenglänzende Nadeln, die einem mehlartigen Pulver ähnlich sehen, ist ohne Geruch und Geschmack, besitzt das specifische Gewicht 0,95, schmilzt bei 70° C.

Oel betrug zu wenig, als dafs es mehr als ein Mal üb
Kalk rectificirt werden konnte; wie Hr. Dr. G. es d
stellte, war es gelblich, dicklich, leichter als Wass
von brennend scharfem Geschmack, wie Baldrian u

zu einer öligen Flüssigkeit, geht bei fortgesetzter Erhitzung
weifsliche, zum Husten reizende Dämpfe über, und brennt
letzt mit rufsender Flamme, unter Hinterlassung einer lei
einzuäschernden Kohle, ist sublimirbar, anfangs unzersetzt,
letzt unter Bräunung und Ablagerung von Kohle, ohne Entwic
lung von Ammoniak, löst sich in Alkohol, Aether, flüchtig
und fetten Oelen, aber nicht in Wasser, löst sich in Salpete
säure mit gelber Farbe unter starkem Aufbrausen und Bildu
von Kleesäure, giebt, mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, ei
braune Lösung, die bei Verdünnung kein Asarit fallen läfst, na
und nach blau wird, mehr verdünnt eine violette und weinrot
Farbe annimmt, unter Abscheidung von Humussäure.

Der Asarumkampher dagegen wird aus der weingeistigen L
sung durch Wasser in Würfeln und sechsseitigen Säulen gefäl
verflüchtigt sich ohne Rückstand (wiewohl auch unter Verbr
tung Husten erregender Dämpfe), löst sich in Salpetersäure oh
Aufbrausen (jedoch ebenfalls unter Bildung von Kleesäure) u
giebt mit concentrirter Schwefelsäure eine braunrothe Lösu
die bei Verdünnung mit Wasser ein braunes Harz fallen läf
dann Gerbstoff gelöst enthält, und beim Erhitzen weder bl
noch grün, sondern braunschwarz wird.

Dr. Graeger selbst hat später die Eigenthümlichkeit d
Asarits bezweifelt; die Verfasser gegenwärtiger Abhandlung h
ten aber, hauptsächlich gestützt auf den Unterschied der Schme
punkte beider Stoffe (Das Asararit schmilzt nach Gr. bei 7
der Asarumkampher nach unsern Verfassern bei 40° C.), d
Vermuthung für erlaubt, der Asarumkampher sey das Hyd
der Asarit das Stearopten des Asarumöls.

Das Asarit ist übrigens in dem Oele enthalten, welches
dem über die Wurzel von Asarum abgezogenen milchigen W
ser schwimmt und sich nach kurzer Zeit in Krystalle verw
delt, von denen sich auch schon sogleich viele im Wasser befind
Diese Krystalle, vom Wasser abfiltrirt, in Weingeist gelöst u
durch Wasser gefällt, geben andere, die im Wasser herumschwi
men, während sich am Boden eine öhartige Masse abscheidet,
bald, der Manna tabulata ähnlich, gerinnt. Die letzt genannt
Krystalle sind Asarit, die geronnene Masse dagegen ein Gemen
von Asarumöl und Asarumkampher.

chend, wenig in Wasser löslich, leichter in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen.

Der übersandte Kampher war vollkommen weifs, durchsichtig, in sechsseitigen Prismen krystallisirt, schmolz bei 40° C., gestand bei 27°, fing bei 280° an zu sieden, steigerte aber bald die Temperatur bis 300° C., wobei er sich zersetzte; beim Erkalten erstarrte er erst bei 23°. Er war nicht sublimirbar. Zur Analyse wurde er nochmals mit Weingeist umkrystallisirt und durch Schmelzen vom Weingeist befreit.

Der Vergleich der Analyse des Oels mit der des Kamphers zeigt, dafs letzterer aller Wahrscheinlichkeit nach ein Hydrat des Oels ist.

Petersilienöl und *Petersilienkampher.* Frisch bereitetes Petersilienöl verwandelt sich bei mehrtägiger Berührung mit Wasser in einen Kampher, der, nachdem er abfiltrirt, zwischen Fliefspapier getrocknet und mit Weingeist umkrystallisirt ist, Prismen und sechsseitige Nadeln darstellt, bei 30° C. schmilzt, aber erst nach sehr langer Zeit, und zwar bei 21° C. wieder erstarrt, bei etwa 300° siedet, braun wird, dann erst gar bei 18° erstarrt, und nicht sublimirbar ist.

Den Kampher analysirten die Verfasser; vom unzersetzten Oel konnten sie aber, selbst durch Destillation grofser Mengen von Petersiliensaamen keine zur Analyse hinlängliche Menge bekommen. Die Verfasser sehen übrigens auch den Petersilienkampher als ein Hydrat des Oels an.

Gewöhnlicher Kampher. Das in der Tafel angegebene Resultat ist das Mittel aus drei Analysen, die mit grofser Sorgfalt angestellt wurden. Es bestätigt die Angabe von Dumas, weicht aber im Kohlenstoffgehalt um 1 Procent von dem von Liebig gefundenen Resultate ab. Die Ursache dieser Differenz liegt nach den Verfassern darin, dafs damals die Kohle aus dem Volum der Kohlensäure bestimmt wurde, und dafs dieſs Volum in

Folge der atmosphärischen Luft, die das poröse Kupferoxyd eingesogen hat, und bei der Verbrennung wieder ausgiebt, stets zu grofs ausfällt; daher ist, nach ihnen, die Analyse des salzsauren Dadyls von Oppermann und die der Harnsäure von Kodweifs unrichtig geworden. Die Verfasser bedauern sehr, dafs sie das Kampheröl, welches aus dem Laurus Camphora und Dryobalanops Camphora ausfliefsen und an der Luft sich erst zu Kampher verdicken soll, nicht einer Analyse unterwerfen konnten.

Wiewohl die Verfasser, übereinstimmend mit Dumas, den Kohlenwasserstoff im Kampher von gleicher Zusammensetzung mit dem im Terpenthinöl vorhandenen gefunden haben, so sind sie doch geneigt einstweilen einen Unterschied zwischen beiden anzunehmen und die Richtigkeit der Dumas'schen Ansicht vom Camphogen in Zweifel zu ziehen, da sonst Kampher und Kolophon, wie man aus der Tafel ersieht, isomere Oxyde desselben Radicals wären. Der gemeine Kampher scheint ihnen weniger ein Oxyd als ein Stearopten zu seyn, da er sich im ersten Falle wahrscheinlich mit Alkalien verbinden würde.

Die Verfasser machen ferner darauf aufmerksam, dafs man bisher unter den Namen Kampher, den man ohne Ausnahme allen aus ätherischen Oelen abgelagerten Stoffen beilegte, zwei verschiedene Reihen von Stoffen mit einander verwechselt habe: Stearoptene und Oelhydrate.

Die Stearoptene sind, nach ihnen, wie die Eläoptene, schon fertig gebildete Bestandtheile der ätherischen Oele, aus welchen sie nur unvollständig von einander getrennt werden können. Die Stearoptene sind sauerstoffärmer als die Eläoptene, zuweilen reiner Kohlenwasserstoff, wie das des Rosenöls, schmelzen zwischen +7° und 175° C., sieden gewöhnlich oberhalb 200°, ohne sich bei dieser Temperatur zu zersetzen, sind unlöslich in Wasser, löslich aber in Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen,

und krystallisiren aus diesen Lösungen. Zu ihnen gehören der gewöhnliche Kampher, das Anis- und das Fenchelstearopten, und, als weniger charakteristische Repräsentanten: das Rosenöl-, Lavendel-, Pfeffermünz- und Cubebenstearopten.

Die Oelhydrate dagegen, wiewohl im Ansehen den Stearoptenen ähnlich, sind löslich und krystallisirbar im Wasser, werden zwar vom Alkohol, fetten und flüchtigen Oelen gelöst, krystallisiren aber nicht alle aus diesen Lösungen; ihr Schmelzpunkt liegt zwischen 30° und 150°, ihr Siedpunkt steigt bis 280°, und bei dieser Temperatur zersetzen sie sich zum Theil. In Weingeist gelöst, dem Sonnenlicht ausgesetzt, scheiden sie Oel ab. Zu dieser Klasse von Stoffen, welche schon Berzelius durch die Namen *Asar*, *Helen*, *Anemon* u. s. w. unterschied, gehören, aufser dem Asarum-, Petersilien- und Terpenthinölhydrat, noch der sogenannte Alant-, Anemonen- und Citronenkampher. Alle bis jetzt bekannten Stoffe dieser Art sind Hydrate von Eläoptenen; Pfaff's Beobachtung, dafs der Kampher sich bei Erhitzung mit Wasser im Papinischen Topfe bedeutend löse, läfst indefs vermuthen, dafs es auch Hydrate von Stearoptenen giebt.

Steinöl. Bei der Destillation von persischem Steinöl mit Wasser fanden die Verfasser Unverdorben's Beobachtung über die Zusammensetzung dieser Substanz aus mehren Oelen bestätigt. Das erste, welches sich jedoch nur in geringer Menge in diesem Steinöl befand, war vollkommen farblos, von angenehmem Geruch, hatte bei 15° C. das specifische Gewicht 0,749 und siedete bei 94° C. Das zweite, welches fast die Hälfte des Petroleums ausmachte, war farblos, ohne Geruch und siedete bei 138°; für sich destillirt, hatte das erste Drittel seinen Siedepunkt bei 118° C. Das dritte, an Menge gering, war farblos, von aromatischem Geruch und siedete bei 187° C. Das letzte ging, als kein Wasser mehr in

der Retorte war, gelblich und bei 220° C. über. Durch Rectification über Aetzkalk entfärbten sie es ziemlich; das zuerst Uebergegangene siedete bei 215° C. Sein specifisches Gewicht ist 0,849.

Zu der Analyse wurde nur das erste und vierte angewandt. No. 1 und 2 wurden durch hineingeleitetes trocknes Chlorgas, von dem sie viel absorbirten, unter Salzsäure-Entwicklung und Annahme einer dickflüssigen, terpenthinartigen Beschaffenheit und eines naphthalinartigen Geruchs zersetzt. Im Sonnenlicht war die Absorption so heftig, dafs sich das Oel entzündete. Einmal, aber nur einmal, bildete sich, als im Sonnenschein einige Tropfen Oel in eine Flasche mit feuchtem Chlorgase gebracht wurde, ein eigenthümlicher krystallinischer Körper, ob Chlorkohlenstoff oder Naphthalin? — Dasselbe Oel mit Wasser und Chlorgas in Sonnenlicht gestellt, ward, ähnlich dem Terpenthinöl, dickflüssig und eigenthümlich riechend, ohne nach mehren Wochen Krystalle abzusetzen.

Steinkohlenöl. Das analysirte Oel war wasserhell, hatte bei 18° C. die Dichte 0,911 und siedete bei 160° C. Es war durch Destillation mit Wasser und mehrmalige Rectification über Aetzkalk aus einem braunen Steinkohlenöl dargestellt, von dem zuvor durch Erkältung bis —10° C. der gröfste Theil des Naphthalins abgeschieden worden. Ein Verlust von 2 Procent bei der Analyse, der sich selbst bei dem mehrmals über Aetzkalk rectificirten Oele einstellte, veranlafste die Verfasser, Ammoniak in dem Oel vorauszusetzen, und deshalb es mit verdünnter Schwefelsäure zu schütteln. Hiebei wurde aber ein Theil des Oels in eine röthliche Flüssigkeit umgewandelt, und an die Stelle des unangenehmen Geruchs war ein ätherähnlicher getreten. Ein Theil der bräunlichen Flüssigkeit, mit kohlensaurem Baryt neutralisirt, mit Wasser verdünnt und filtrirt, gab mit Schwefelsäure einen weifsen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt. Da

die Bildung von doppeltkohlensaurem Baryt durch Kochen verhindert wurde, so hat es das Ansehen, als hätte sich eine, der Naphthalinschwefelsäure analoge Steinkohlenölschwefelsäure gebildet. Mangel an Material verhinderte aber deren Existenz sowohl wie die vermuthete des Ammoniaks zu erweisen.

XV. *Ueber die Zusammensetzung der Korksäure;*

von Hrn. A. Bussy.

(Auszug aus dem *Journ. de Pharmac.* 1833, *p.* 425.)

Durch eine im J. 1822 unternommene Analyse der Korksäure fand Hr. Bussy für dieselbe die Zusammensetzung: Kohle 56,29, Sauerstoff 36,82, Wasserstoff 6,89, entsprechend der Formel $C^4 O^2 H^6$ *); die grofse Abweichung dieses Resultats von dem von R. Brandes erhaltenen: 36,52 Kohle, 47,11 Sauerstoff und 16,37 Wasserstoff gab ihm Veranlassung seine Analyse zu wiederholen.

Die hiezu angewandte Säure war nach dem von Berzelius in seinem Lehrbuch beschriebenen Verfahren bereitet, der früher analysirten ganz ähnlich, weifs, vollständig lösbar in Wasser und von schwach saurem Geschmack. Sie schmolz indefs nicht, wie in den Lehrbüchern angegeben wird, bei 54° C., sondern erst bei 124° C., und verlor dabei, wenn sie zuvor bei 100° C. getrocknet war, nichts an Gewicht. Ueber 124° C. in einer Retorte erhitzt, destillirte sie nach Art der fetten Säuren. War sie nicht sehr rein, sondern gelb, so war das erste Destillat schmutzig rosenroth, das folgende rein weifs, und das letzte wieder unrein und gelb. War sie

*) *Journ. de Pharmac. T. VIII p.* 110.

dagegen weifs und rein, so hinterliefs sie nur einen geringen kohligen Rückstand, und gab ein Destillat, das, wenigstens bei kleinen Mengen, dem Gewichte der angewandten Säure gleich kam, vollkommen klar und durchsichtig überging, beim Erkalten zu einer krystallinischen, etwas bremzlichriechenden Masse erstarrte, die sich in heifsem Wasser und Alkohol löste, aus letzterem durch Wasser gefällt wurde, und sonst alle von Berzelius angegebenen Eigenschaften besafs.

Die sublimirte Säure mittelst des Liebig'schen Apparats analysirt, gab folgende Resultate:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Korksäure	1,000	0,500	0,500	0,500	0,430
Kohlensäure	2,017	1,009	1,029	1,010	0,867
Wasser	0,716	0,360	0,376	0,363	0,308

entsprechend in 100;

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kohle	55,77	55,8	56,4	55,85	55,74
Wasserstoff	7,95	8,0	8,3	8,05	7,96
Sauerstoff	26,28	36,2	35,3	36,10	36,30.

Abgesehen von dem Resultat des dritten Versuchs, geben die übrigen ein Mittel, das sich wohl der Formel $C^8H^{14}O^4 = 1038{,}86$ anschliefst, wie aus Folgendem zu ersehen:

	Beobachtet.	Berechnet.	Atome.
Kohle	55,791	55,66	8
Wasserstoff	7,98	7,95	14
Sauerstoff	36,229	36,40	4

Diese sublimirte Säure ist indefs noch wasserhaltig. Eine Digestion mit überschüssigem Bleioxyd gab in drei Versuchen den Wassergehalt =9,0, 9,1, 10,3, im Mittel also zu 10,08 Procent.

Ferner ergab das Mittel aus drei Analysen des korksauren Bleioxyds, bereitet durch Eintröpfeln von Bleies-

sig in eine Lösung von Korksäure, so lange als noch ein Niederschlag entstand, dafs 292,4 Bleioxyd 207,6 Korksäure aufnehmen; diefs giebt für das Atomengewicht der trocknen Säure =986,7.

Eben so zeigte das Mittel aus drei Analysen des korksauren Silberoxyds, bereitet durch Zersetzung des salpetersauren Silberoxyds mit korksaurem Kali, dafs 297,93 Silberoxyd 202,07 Korksäure aufnehmen, wonach das Atomengewicht dieser =984,6 ist.

Hienach stellt Hr. B. für die trockne Korksäure die Formel $C^8H^{12}O^3$=986,373 auf, welche er auch noch durch eine directe Analyse der an Bleioxyd gebundenen Korksäure geprüft hat, die folgenden Vergleich liefert:

	Beobachtet.	Berechnet.	Atome.
Kohle	61,90	61,99	8
Wasserstoff	7,67	7,59	12
Sauerstoff	30,43	30,42	3

Die sublimirte Säure ist also $=C^8H^{12}O^3+H^2O$; nach dieser Formel würde sie 10,23 Proc. Wasser enthalten. Die neutralen korksauren Salze bekämen endlich die Formel $C^8H^{12}O^3+\dot{R}$.

Es ist merkwürdig, sagt Hr. B., dafs die Butter-, Phocen-, Caprin- und Capronsäure sämmtlich drei Atome Sauerstoff enthalten. Die Buttersäure, die nach Herrn Chevreul $C^8H^{11}O^3$ ist, würde bis auf 1 Atom Wasserstoff, das sie weniger als die Korksäure enthält, mit dieser in der Zusammensetzung übereinkommen.

XVI. *Ueber die Valeriansäure und ihre Verbindungen;*

von J. B. Trommsdorff.

(Auszug aus den Annal. der Pharm. Bd. VI S. 176.)

Die Valeriansäure ist vor einigen Jahren durch Zufall von Pentz entdeckt und späterhin von Grote, R. Brandes und Trommsdorff zum Gegenstande chemischer Untersuchung gemacht. Letzterer hat neuerdings seine Arbeit wieder aufgenommen, und Ettling, im Laboratorium des Prof. Liebig, dieselbe durch die Elementar-Analyse der Säure und einiger ihrer Salze vervollständigt. Dadurch sind denn die Resultate gewonnen, welche im vorliegenden Auszug mitgetheilt werden.

Die Valeriansäure findet sich in dem über die Wurzel der Valeriana officinalis abgezogenen Wasser, hauptsächlich aber in dem auf diesem schwimmenden ätherischen Oel, welches, wie das Wasser selbst, sauer reagirt *). Von dem Oel scheidet man die Säure, indem man es eine Zeit lang mit Talkerde und Wasser schüttelt und nun damit destillirt. Ueber geht ein farbloses und wenig nach Baldrian riechendes ätherisches Oel, und was zurückbleibt ist valeriansaure Talkerde, aus welcher die Säure durch Destillation mit Schwefelsäure abgeschieden werden kann. Aus dem vom ätherischen Oel gesonderten Valerianwasser gewinnt man die Säure dadurch, dafs man die Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron sättigt, eindunstet, die schillernde Haut, welche sich dabei an der Oberfläche aus dem im Wasser gelösten ätherischen Oel durch den Sauerstoff der Luft gebildet und als braune

*) Man mufs indefs eine nicht zu kleine Quantität, sondern 50 bis 100 Pfund von der Wurzel der Destillation unterwerfen.

Masse ausgeschieden hat, abfiltrirt, das Durchgegangene weiter eindunstet und nun in einer Retorte mit Schwefelsäure destillirt.

Bei dieser Destillation, wahrscheinlich auch bei der früheren, bekommt man zwei nicht mischbare Flüssigkeiten: am Boden eine concentrirte Lösung von Valeriansäure in Wasser, und oben darauf ölige Valeriansäure, welche indefs ebenfalls nicht wasserfrei ist, sondern 20 bis 25 Procent Wasser enthält.

Von diesem Wassergehalt kann man die Säure nicht durch Rectification über Kohle befreien. Besser gelingt es, wenn man sie in einer Tubulatretorte auf Chlorcalcium gieſst, so viel als dieses einzusaugen vermag, und dann in gelinder Wärme bis zur Trockenheit des Rückstands überzieht. Man erhält auch dadurch zwei nicht mischbare Flüssigkeiten, obenauf die Säure als ein weifses Oel und darunter eine braune Lösung von, wie es scheint, etwas modificirter Valeriansäure, welche Salzsäure beigemengt enthält, indefs durch mehrmaliges Schütteln mit Wasser die Reaction auf Silberlösung verliert *). Am besten läfst sich das Wasser von der öligen Valeriansäure trennen, wenn man diese für sich destillirt. Dabei geht anfangs eine milchige Flüssigkeit über, auf welcher Oeltropfen schwimmen, und später folgen klare Tropfen, die man nur für sich aufzufangen braucht, um die ölige Säure rein zu erhalten.

So dargestellt hat die Valeriansäure folgende Eigenschaften. Sie ist eine farblose, dünne, ölige Flüssigkeit, riecht eigenthümlich, dem ätherischen Baldrianöl zwar ähnlich, aber nicht gleich, fast unangenehmer, verliert ihren Geruch durch mehrmaliges Abziehen über Kohle nicht, auch bei Sättigung durch Basen nur zum Theil, und erlangt ihn bei der Abscheidung von diesen in voller Stärke wieder, schmeckt ungemein scharf, sehr sauer,

*) Der Verfasser beabsichtigt diese modificirte Säure künftig näher zu untersuchen.

widrig, nachhaltig und zuletzt süfslich, macht auf Papier Oelflecke, die in der Wärme vollständig verschwinden, läfst sich, im Platinlöffel erwärmt, leicht entzünden, und verbrennt mit intensiver Flamme, ohne Rauch und Rückstand.

Sie hat bei +10° C. die Dichte 0,944, bleibt noch bei —21° C. flüssig und siedet unter 27″ 6‴ Luftdruck bei 132° C., früher dagegen, wenn sie viel Wasser enthält; vor dem Sieden raucht sie stark; mit 2 Th. Wasser zum Sieden gebracht, stöfst sie heftig auf.

Sie röthet Lackmus stark, aber die Röthung verschwindet vollkommen an warmer Luft. Möglichst entwässert löst sie sich bei 12° C. im 30fachen Gewichte Wasser; dagegen kann sie 20 Procent ihres eigenen Gewichts an Wasser aufnehmen, ohne ihre ölige Beschaffenheit zu verändern. In Alkohol löst sie sich in jedem Verhältnifs; Wasser trübt anfangs diese Lösung, giebt aber bei fernerem Zusatz eine klare Flüssigkeit. In Terpenthin- und Olivenöl ist sie unlöslich. In concentrirter Essigsäure (von 1,017) löst sie sich schnell und reichlich. Von rauchender Schwefelsäure wird sie dunkelgelb gefärbt und beim Erhitzen unter Entwicklung von schwefliger Säure verkohlt. Rauchende Salpetersäure dagegen wirkt, selbst bei mehrmaliger Destillation mit ihr, nicht auf sie ein. Jod wird ruhig von ihr gelöst, und Wasser scheidet es gröfstentheils wieder aus. Destillirt man die Lösung, so geht ein Gemenge von Jodwasserstoff- und Valeriansäure nebst etwas freiem Jod über, und Valeriansäure bleibt zurück. Kampher löst sich in ihr zwar sehr langsam, aber vollständig und reichlich zu einer dickflüssigen, unverändert destillirbaren Flüssigkeit, aus der Wasser den Kampher wieder ausscheidet.

Die Zusammensetzung der Valeriansäure wurde von Hrn. Ettling ermittelt, theils durch Verbrennung der öligen Säure für sich mit Kupferoxyd, theils durch *analoge* Verbrennung ihres Baryt- und ihres Silbersalzes.

Zur Ausmittlung des Sättigungsvermögens oder Atomgewichts wurden überdiefs die beiden letzten Salze durch Glühen in einem Platintiegel zersetzt.

I.	0,327 Säure gab.	0,298 Wasser u.	0,688 Kohlensäure
II.	0,396 - -	0,354 - -	0,838 -
III.	1,146 Baryts. -	0,546 - -	1,324 -
IV.	1,202 - -	0,569 - -	1,392 -
V.	0,947 Silbers. -	0,365 - -	0,964 -
VI.	1,653 Barytsalz geglüht, gaben		0,964 kohlens. Baryt
VII.	1,177 - - -		0,687 - -
VIII.	0,803 Silbersalz - -		0,417 metall. Silber.

Hieraus ergiebt sich:

Die Zusammensetzung der öligen Valeriansäure:

	I.	II.	Mittel.	Berechnet.	Atome.
Kohle	58,18	58,51	58,34	59,29	10
Wasserstoff	10,13	9,93	10,03	9,68	20
Sauerstoff	31,69	31,55	31,63	31,03	4

Die der Säure in den b. 130° C. getrocknet. Salzen:

	III.	IV.	V.	Berechnet.	Atome.
Kohle	64,86	65,09	63,65	64,96	10
Wasserstoff	9,66	9,61	9,68	9,54	18
Sauerstoff	25,48	25,30	26,67	25,50	3

Das Atomgewicht der Säure in den trocknen Salzen ist aus dem Mittel der Versuche VI und VII $=1158{,}21$, aus Versuch VIII $=1151{,}43$, nach der Formel $C^{10}H^{18}O^3 = 1176{,}68$, das der öligen Säure nach der Formel $C^{10}H^{20}O^4 = 1289{,}17$. Die ölige Säure enthält demnach 1 At. Wasser, welches sie bei der Verbindung mit Basen verliert; sie ist also: $C^{10}H^{18}O^3 + H^2O$.

Das analysirte Barytsalz war durch Eintragen von kohlensaurem Baryt in ein erwärmtes Gemenge von öliger Valeriansäure und Wasser bereitet. Die Flüssigkeit wurde zuletzt mit einem kleinen Ueberschufs von kohlensaurem *Baryt* gekocht, dann filtrirt, an einem mäfsig

warmen Ort über Schwefelsäure unter einer Glasglocke zum Krystallisiren gebracht. Das fein geriebene lufttrokkene Salz, das nicht in wohl ausgebildeten Krystallen erhalten werden konnte, in dem Liebig'schen Trockenapparat *) erst in der Siedhitze des Wassers und dann mittelst eines Bades von Chlorcalciumlösung bei 130° C. durch einen wasserfreien Luftstrom getrocknet. Der Rückstand nach seiner Glühung im Platintiegel war blendend weifser kohlensaurer Baryt.

Das angewandte Silbersalz war durch Fällung von salpetersaurem Silberoxyd mit dem Barytsalz erhalten, als weifse käsige Flocken, die nach dem Auswaschen, wobei sie eine grauweifse Farbe annahmen, in dem erwähnten Apparat bei 130° getrocknet wurden. Das Silbersalz ist nicht unlöslich in Wasser und daher das Aussüfsen nicht ohne Verlust. Es krystallisirt beim Verdunsten in weifsen metallisch glänzenden Blättchen.

Die Valeriansäure giebt nach Trommsdorff nur neutrale Salze; untersucht wurden von Demselben folgende:

Natronsalz, darstellbar aus der mit Wasser gemengten öligen Säure und kohlensaurem Natron, aus welchem die Kohlensäure beim Erwärmen der Flüssigkeit brausend entweicht; schmeckt süfs wie Baldrian-Oelzucker, ist unkrystallisirbar, sehr zerfliefslich, in Wasser und absolutem Alkohol sehr löslich, wird bei 130° C. weich, fliefst bei 140° C. zu einer wasserhellen Flüssigkeit, ohne Säure zu verlieren, zersetzt sich in höherer Temperatur unter Schwärzung und Ausstofsung von Dämpfen, die anfangs nach Valeriansäure, später nach Essiggeist riechen, und angezündet mit dichter gelber Flamme brennen. Bei fortgesetztem Glühen im Platintiegel hinterläfst es schneeweifses kohlensaures Natron.

Vom *Kalisalz* gilt ganz dasselbe.

Ammoniaksalz bildet strahlenförmig aus einanderlau-

*) Siehe Annal. Bd. XXVII S. 679.

fende Nadeln von süfsem und hinterher scharfem Baldriangeschmack und Geruch, verliert an der Luft etwas Ammoniak und wird dann sauer, ist in Wasser und Alkohol sehr löslich, schmilzt sehr leicht, verflüchtigt sich bei Erhitzung in starken weifsen Dämpfen, mit Hinterlassung einer Spur von Kohle, die auch bald verschwindet.

Kalksalz bildet kleine Prismen in sternförmigen Gruppen, die süfslich schmecken, nicht zerfliefsen, an warmer Luft verwittern, leicht in Wasser löslich sind, auch in Weingeist, aber schwierig in absolutem Alkohol, bei 140 C. erweichen, aber auch Säure verlieren, später fliefsen, jedoch dabei sich schwärzen, brennbare Dämpfe und einen kohligen, zuletzt weifs werdenden Rückstand geben.

Barytsalz, Prismen, die an der Luft unveränderlich, leicht im Wasser löslich sind, und dem Baldrianölzucker ähnlich schmecken.

Strontiansalz, länglich vierseitige Tafeln, die süfslich, etwas scharf schmecken, an warmer Luft verwittern, im Wasser ziemlich leicht und auch in Alkohol löslich sind. Die letztere Lösung brennt mit carminrother Flamme.

Beryllerdesalz trocknet zu einer sehr süfs, hinterher zusammenziehend schmeckenden, an der Luft unveränderlichen, gummiähnlichen Masse ein.

Alle diese Salze wurden durch directe Verbindung der Säure mit den kohlensauren Basen gebildet.

Zirkonerde ist nur beim Kochen, und auch dann nur sehr wenig in der Valeriansäure auflöslich; die Auflösung reagirt sauer, schmeckt aber etwas süfslich, und giebt bei der Eindunstung, bei welcher ein grofser Theil der Säure fortgeht, eine unkrystallinische trockne Masse, die nur theilweise wieder löslich ist.

Thonerdehydrat mit Valeriansäure und heifsem Wasser geschüttelt, giebt eine flockige, beim Erkalten wie erstarrtes Talg aussehende, wenig süfsliche Masse, die weder in heifsem Wasser, noch heifser Valeriansäure, noch Alkohol löslich ist. Aus einer Lösung von schwe-

felsaurer oder salzsaurer Thonerde fällt Valeriansäure nichts, valeriansaures Kali oder Natron aber einen weifsen Niederschlag.

Talkerdesalz bildet bei freiwilliger Verdunstung schöne durchsichtige, büschelweis gruppirte Prismen, die nicht bitter, sondern überaus süfs schmecken, an feuchter Luft nicht zerfliefsen, an warmer vielmehr verwittern, in Alkohol wenig löslich sind.

Blei wird von der Valeriansäure nur sehr langsam angegriffen, auch kohlensaures Bleioxyd von der wäfsrigen Lösung der Säure nur erst beim Kochen; die ölige Säure verbindet sich aber mit letzterem schneller, zu einer in vielem kochenden Wasser löslichen Masse. Mit mehr Bleioxyd bildet sich ein basisches unlösliches Salz. Die Lösung des neutralen Salzes schmeckt süfs, hinterher zusammenziehend, giebt bei langsamer Verdunstung weifse blättrige Krystalle, bei rascher eine zähe, an der Luft etwas Feuchtigkeit anziehende Masse, die leicht und vollständig in Wasser löslich ist.

Kobaltsalz. Kohlensaures Kobaltoxyd löst sich beim Erwärmen leicht in der Säure zu einer rosenrothen Flüssigkeit, die bei freiwilliger Verdunstung zu einer violettrothen, durchscheinenden, blättrigen Masse eintrocknet. Diese, in möglichst wenig Wasser, zu einer syrupsdicken Flüssigkeit gelöst, giebt bei raschem Stellen in die Kälte dunkel violettrothe, durchsichtige, prismatische Krystalle, die süfs schmecken, an trockner Luft unverändert bleiben, leicht in Wasser und Alkohol löslich sind.

Kupferspäne mit öliger Valeriansäure in gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen, färben die Säure nach einigen Stunden, noch stärker nach mehren Wochen dunkelgrün, und gieſst man Wasser hinzu, so schwimmt die Verbindung als ein grünes Oel oben auf. Schüttelt man das Ganze unter Erwärmung mit kohlensaurem Kupferoxyd, so bekommt man nach dem Filtriren eine schöne grüne Auflösung, die bei langsamer Verdunstung grüne pris-

prismatische Krystalle von dem neutralen Kupfersalz giebt. Dieſs ist an trockner Luft unveränderlich, in siedendem Wasser und in Alkohol leicht löslich, und noch bei +130° C. mit Krystallwasser versehen.

Nickel löst sich in der öligen Valeriansäure nicht, kohlensaures Nickeloxyd aber schnell, und das daraus entstehende dickliche grüne Oel löst sich in Wasser wenig, in Alkohol vollständig zu einer blaſsgrünen Flüssigkeit, die beim Verdunsten ein blaſsgrünes, in Wasser schwerlösliches Pulver absetzt.

Eisenoxydsalz, aus Eisenchlorid und valeriansaurem Natron gebildet, ist ein hellbrauner, beim Trocknen dunklerer, sehr wenig in Wasser löslicher Niederschlag. Die ölige Valeriansäure auf rostfreien Eisendraht gegossen, färbt sich nach einigen Stunden, und noch mehr nach etlichen Wochen braunroth.

Quecksilberoxyd löst sich beim Erwärmen in der öligen Säure zu einer rothen, öligen, durchsichtigen Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einer salbenartigen Masse gesteht. Diese ist in kaltem Wasser wenig löslich, kocht man sie aber mit Wasser aus, so setzt dieses beim Erkalten das valeriansaure Quecksilberoxyd in zarten, weiſsen, sternförmig gruppirten Nadeln ab. Diese bekommt man auch durch Zersetzung von valeriansaurem Natron mit Quecksilberchlorid. Erwärmt verliert das neutrale Salz Krystallwasser und etwas Säure, dadurch sich in ein rothes basisches Salz verwandelnd.

Zinksalz, durch Lösung von kohlensaurem Zinkoxyd in wäſsriger Valeriansäure gebildet, krystallisirt in schuppigen, der Borsäure ähnlichen Krystallen, schmeckt kaum süſslich, mehr herbe, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, ist an der Luft unveränderlich, schmilzt bei 140° C. zu einer syrupsdicken Flüssigkeit, ohne Säuren zu verlieren; fällt auch bei Zersetzung des schwefelsauren Zinkoxyds durch valeriansaures Natron in weiſsen Blättchen nieder.

Manganoxydulsalz, auf eben die Art aus kohlensaurem Manganoxydul dargestellt, bildet beim freiwilligen Verdunsten unregelmäfsige Krystalle, zum Theil rhombische Tafeln. Schwefelsaures Manganoxydul wird nicht durch Valeriansäure oder valeriansaures Natron gefällt *).

XVII. *Chemische Untersuchung einiger quaternären Substanzen organischen Ursprungs; von J. P. Couërbe.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 352.)

Diese Untersuchung betrifft die Substanzen, welche man bisher mit den Namen Delphinin und Veratrin belegt hat. Der Verfasser zeigt, dafs beide noch zusammengesetzt sind, dafs die erste, wie sie von Lassaigne und Feneulle dargestellt wurde, eine Verbindung ist von dem eigentlichen Alkali der Stephanskörner, für welches er den Namen Delphinin beibehält, einem mit Säuren zwar verbindbaren, dieselben aber nicht sättigenden Stoff, Staphisain von ihm genannt, und einer harzigen Substanz; dafs ferner das Veratrin der HH. Pelletier und Caventou noch zwei andere Pflanzenbasen, Sabadillin und Sabadillinhydrat, nebst einem indifferentem Stoff beigemengt enthält.

Bisheriges Delphinin.

Lassaigne und Feneulle wandten zur Darstellung des Delphinins aus den Stephanskörnern (Sem. staphidis agriae) ein Verfahren an, das dem zur Gewinnung des Morphins aus dem Opium üblichen ähnlich ist. Das-

*) Beiläufig bemerkt, ist die Baldriansäure neuerlich auch von F. L. Winckler untersucht (Buchner's Repertor. Bd. XLIV S. 180); doch fügt diese Arbeit der eben mitgetheilten nichts von Bedeutung hinzu. P.

selbe ist aber, nach Hrn. C., langwierig und unvortheilhaft. Er giebt daher folgende Vorschrift.

Man nehme graue oder höchstens schwach kastanienbraune, aber nicht schwärzliche Stephanskörner, welche letztere sehr arm an Delphinin sind, zerstofse und erschöpfe sie durch siedenden Alkohol von 36° B., destillire den Alkohol vom Ausgezogenen ab, und koche das schwarz rothe Extract, welches fettartig und sehr scharf ist, mit sehr verdünnter Schwefelsäure aus, bis diese nicht mehr durch ein Mineral-Alkali getrübt wird. Dabei bleibt eine grofse Menge fetter Substanz zurück, die nicht weiter berücksichtigt wird. Die schwefelsaure Lösung fälle man mit Kali oder Ammoniak, löse das unreine Delphinin in siedendem Alkohol, behandele die Lösung mit Thierkohle, filtrire und dampfe sie ein. Den Rückstand kann man nochmals in Schwefelsäure lösen und wieder durch Alkali niederschlagen, wodurch man das Delphinin als ein zarteres, weifseres und leichteres Pulver erhält. Diefs ist nun das bisherige Delphinin, von dem ein Pfund Stephanskörner, nach der eben gegebenen Vorschrift, 55 bis 60 Gran liefert.

Um es in seine ferneren Bestandtheile zu zerlegen, löse man es in durch Schwefelsäure angesäuertem Wasser auf und setze gewöhnliche oder mit der Hälfte ihres Gewichts an Wasser verdünnte Salpetersäure tropfenweis hinzu. Dadurch fällt, unter geringer Temperaturerhöhung, viel einer bräunlichen, oft auch schwarzen harzigen Masse nieder, welche man, wenn auf Zusatz von Salpetersäure nichts mehr von ihr gefällt wird, nach 24stündigem Stehen, wo sie sich an den Boden des Glases angesetzt hat, durch Abgiefsen von der Flüssigkeit trennt und auswäscht. Damit diefs Harz nicht viel Delphinin mit niederreifse, mufs die Flüssigkeit, aus welcher es gefällt wird, gehörig verdünnt seyn *).

*) Hr. C. hält diese Anwendung der Salpetersäure für sehr allgemein.

Die schwefelsaure Lösung, welche so klar ist, dafs sie der Filtration nicht bedarf, fälle man durch sehr verdünnte Kalilauge, filtrire den Niederschlag ab, wasche ihn mehrmals mit Wasser, löse ihn darauf in Alkohol von 40° B., filtrire wiederum und destillire den Alkohol ab. Den Rückstand, eine harzartig aussehende, schwach gelbe und sehr alkalische Substanz, befreie man durch siedendes Wasser von etwas beigemengtem Salpeter und behandele ihn darauf mit Aether, welcher einen Theil löst und einen andern zurückläfst. Das Aufgelöste ist Delphinin, das wahre Alkali der Stephanskörner, das Zurückgebliebene dagegen der neue Stoff, Staphisain.

Das *Staphisain* besitzt eine beträchtliche Schärfe, und theilt dem Wasser, wiewohl diefs nur einige Tausendstel von ihm löst, seinen scharfen Geschmack mit. Es ist in gewöhnlicher Temperatur schwach gelblich, schmilzt bei 200° C. und zersetzt sich in höherer Temperatur unter Entwicklung ammoniakalischer Producte und Hinterlassung einer sehr grofsen Menge Kohle. Es löst sich in verdünnten Säuren, ohne indefs eigentliche Salze mit ihnen zu bilden. Durch Salpetersäure wird es in der Wärme in ein bitteres saures Harz verwandelt, welches wie Cholesterinsäure aussieht und wie diese Stickstoff enthält. Vom Chlor erleidet es in gewöhnlicher Temperatur keine Einwirkung, bei 150° wird es aber durch dasselbe dunkler und sehr brüchig gemacht, auch seiner Schärfe beraubt. Die Producte sind übrigens zum Theil in Aether und Alkohol löslich.

Das *Delphinin*, nach dem eben beschriebenen Verfahren im Zustande der Reinheit dargestellt, ist unkrystallinisch, schwach bernsteinfarben, zertheilt fast weifs, von unerträglich scharfem, lange im Schlunde anhaltenden Geschmack, schmilzt bei 120° C., zersetzt und verkohlt sich in höherer Temperatur, ist kaum löslich in kaltem und warmem Wasser, wohl aber in Aether und noch mehr in Alkohol, löst sich in verdünnten Säuren unzer-

setzt und neutralisirt sie, wie auch Chlorwasserstoffgas, welches es absorbirt. Wird von concentrirten Säuren, mit Ausnahme der Salzsäure, zersetzt, namentlich von der Schwefelsäure anfangs geröthet, dann verkohlt, und von der Salpetersäure zwar in der Kälte nicht angegriffen, in der Wärme aber wie das Staphisain verändert. Vom Chlor erleidet es in gewöhnlicher Temperatur keine Einwirkung, bei 150° bis 160° C. aber eine lebhafte, wird dabei erst grün, dann dunkelbraun und aufserordentlich spröde, alles unter Bildung von Chlorwasserstoffgas. Es ist dann nur zum Theil in Alkohol löslich, und von dem Uebrigen löst Aether auch nur einen Theil, während ein bräunlicher Rückstand bleibt. Das Verhältnifs von Stickstoff zum Kohlenstoff in diesen drei Producten ist nahe gleich, im ersten 1 : 15,26, im zweiten 1 : 15,3 und im dritten 1 : 15,1.

Von der Elementar-Zusammensetzung des Staphisain und Delphinins am Schlusse dieses Aufsatzes.

Bisheriges Veratrin.

Diese ungemein zum Niesen reizende Base der Nieswurz (der Wurzel von Veratrum album), des Sabadillsamens (Veratrum sabadillae) und wahrscheinlich vieler anderen Pflanzen dieser Gattung erhält man nach dem von Pelletier und Caventou befolgten Verfahren nicht rein, sondern gemengt mit mehren anderen Substanzen *). Um diese abzuscheiden, löst man das unreine

*) Pelletier und Caventou befreien den Sabadillsamen durch Aether vom Fett, kochen ihn dann mit Weingeist aus, dunsten die Lösung, nach Absonderung des beim Erkalten sich ausscheidenden Wachses, zur Trockne ein, lösen den Rückstand in Wasser, wobei Fett zurückbleibt, dampfen ein, gieſsen die Flüssigkeit von dem erzeugten gelben Bodensatz ab, versetzen sie mit Bleiessig, filtriren, fällen das Blei der Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff, filtriren abermals, kochen die Flüssigkeit mit Talkerde, kochen den Niederschlag mit Weingeist aus, filtriren, dam-

Veratrin in verdünnter Schwefelsäure, und setzt auf die beim Delphinin angegebene Art tropfenweis Salpetersäure hinzu. Dadurch erhält man einen schwarzen pechartigen Niederschlag und eine klare Flüssigkeit. Der erstere wird nicht weiter berücksichtigt, die Flüssigkeit aber durch sehr verdünnte Aetzkalilauge gefällt, der Niederschlag mit kaltem Wasser gewaschen, zur Abscheidung aller unorganischen Salze in Alkohol von 40° B. gelöst, und durch Abdampfen wieder daraus dargestellt. Er besteht jetzt zum wenigsten noch aus vier Substanzen. Durch wiederholte Behandlung mit heifsem Wasser, welches sich dabei gelb färbt, zieht man zwei derselben aus. Die eine, welche Hr. C. *Sabadillin* nennt, scheidet sich beim Erkalten in Krystallen von sehr schwacher Rosenfarbe aus; die andere, welche Hr. C. mit dem Namen *Sabadillingummiharz* belegt, erscheint beim Abdampfen des wäfsrigen Auszugs in öligen Tröpfchen auf demselben, und stellt nach vollständiger Eindampfung eine bräunliche, sehr scharfe, harzige Masse vor. Die mit heifsem Wasser behandelte Masse wird mit Aether erschöpft; dabei löst sich ein Theil, während ein anderer ungelöst bleibt. Das Gelöste stellt, nach Verdampfung des Aethers, eine fast weifse pechartige, nach schwacher Erwärmung im Vacuo spröde Substanz dar; sie ist das *Veratrin* von Pelletier und Caventou im Zustande der Reinheit. Was endlich der Aether nicht löst, ist ein Stoff, der einstweilen *Pseudoveratrin* heifsen mag *).

pfen ein, lösen den gelben pulvrigen Rückstand in Weingeist und fällen aus dieser Lösung das Veratrin durch Wasser.

*) Hr. C. nennt diese Substanz: »*le vératrin*« zur Unterscheidung von dem Alkali: »*la vératrine.*« Im Deutschen, wo der Name des Alkali's generis neutrius ist, könnte man sie demgemäfs *die* oder *der Veratrin* nennen; indefs ist es ohne Widerrede zweckmäfsiger für diese und ähnliche halb-alkalische Stoffe, welche die wahren Pflanzenbasen so häufig zu begleiten pflegen, besondere Namen zu bilden, am besten wohl durch Anhängung bezeichnender oder willkührlicher Endigungen an das Stammwort.

P.

Das *Veratrin*, wie man es nach diesem Verfahren erhält, ist eine fast wie Harz aussehende, beinah ganz weifse, unkrystallisirbare Substanz, die bei 115° C. schmilzt, in Wasser fast unlöslich ist, sich dagegen in Alkohol und Aether löst, auf Lackmustinktur alkalisch reagirt, sich mit Säuren verbindet, sie neutralisirt, und in diesem Zustande der Reinheit, mit mehren von ihnen, namentlich mit der Schwefel- und Salzsäure, krystallisirbare Salze bildet.

Das schwefelsaure Salz erhält man durch Zerreiben des Veratrins mit sehr verdünnter Schwefelsäure, Hinzuthun von mehr Wasser, gelindes Erwärmen der Lösung und Versetzen mit noch mehr Schwefelsäure, wodurch die Krystallisation befördert wird, die nach dem Filtriren und Hinstellen der Flüssigkeit binnen zwei oder drei Tagen in langen sehr zarten Nadeln, anscheinend vierseitigen Prismen, stattfindet. Erhitzt, verliert es anfangs sein Krystallwasser, zwei Atome, und verkohlt sich darauf unter Entwicklung weifser, mit schwefliger Säure gemischter Dämpfe.

Das salzsaure Salz bereitet man, indem man entweder Veratrin auf ähnliche Art in Chlorwasserstoffsäure löst oder einem Strom von Chlorwasserstoffgas aussetzt, und die Masse, ohne den Säure-Ueberschufs zu entfernen, in Wasser löst. In beiden Fällen erhält man das Salz in Krystallen, doch weniger langen und harten als das schwefelsaure. Es ist in Wasser und Alkohol sehr löslich und bei Erwärmung leicht zersetzbar.

Das *Pseudoveratrin* ist braun, löslich in Alkohol, unlöslich in Wasser und Aether, schmilzt bei 185° C., zersetzt sich bei stärkerer Erhitzung unter Entwicklung stickstoffhaltiger Producte, löst sich in verdünnten Säuren, ohne sie jedoch zu neutralisiren oder krystallisirbare Verbindungen mit ihnen einzugehen, verbindet sich auch nicht mit Alkalien, durch welche es jedoch aus seinen Lösungen in Säuren gefällt wird, läfst sich durch Salpetersäure nicht in Oxalsäure oder eine andere Säure

verwandeln, zeigt auch mit Chlor keine beachtenswerthe Erscheinung.

Das *Sabadillin* stellt kleine Krystalle in sternförmigen Gruppen dar, ist weifs, von unerträglicher Schärfe, schmilzt bei 200° C., dann bräunlich und wie Harz aussehend, zersetzt sich bei stärkerer Erhitzung ohne zu sublimiren gänzlich, unter Zurücklassung vieler Kohle. In warmen Wasser ist es ziemlich löslich und setzt sich daraus beim Erkalten in mehr oder weniger regelmäfsigen Krystallen ab; soll es krystallisiren, mufs jedoch die Lösung eine gewisse Concentration besitzen oder zugleich von dem Gummiharz enthalten. Durch die Löslichkeit in Wasser und Krystallisirbarkeit daraus unterscheidet sich das Sabadillin wesentlich vom Veratrin. Alkohol löst das Mehrfache seines Gewichts an Sabadillin, ohne es jedoch in Krystallen wieder abzusetzen; Aether löst nur Spuren.

Das Sabadillin ist stark alkalisch und besitzt ein grofses Sättigungsvermögen. Indefs zeigt sich die alkalische Reaction nur bei der wäfsrigen oder alkoholischen Lösung des krystallisirten Sabadillins, welches zwei Atome Krystallwasser enthält. Die alkoholische Lösung des bis 180° C. erhitzten, also wasserfreien Sabadillins reagirt kaum alkalisch. Mit Schwefelsäure und Salzsäure bildet es krystallisirbare Salze. Das Krystallwasser des Sabadillins geht mit in die Zusammensetzung der trocknen Salze ein, wie man weiterhin aus den Analysen ersehen wird. Von concentrirter Schwefelsäure wird es gebräunt und verkohlt, von heifser Salpetersäure in ein saures Harz, ohne Spur von Kleesäure, verwandelt. Chlor giebt keine beachtenswerthe Reaction.

Gummiharz des Sabadillins ist röthlich, und nach dem Trocknen bei gelinder Erwärmung im Vacuo schwammig und vollkommen zerreiblich, schmilzt bei 165° C., löst sich sehr reichlich in Wasser und Alkohol, aber sehr *unbedeutend* in Aether, besitzt die Kennzeichen eines Al-

kali's, sättigt fast eine gleiche Säuremenge wie das Sabadillin, giebt aber keine krystallisirende Salze wie dieses. Alkalien fällen es aus seinen Salzen, ohne sich mit ihm zu verbinden. Durch die Elementar-Analyse hat Hr. C. gefunden, dafs diese Substanz als eine Verbindung von wasserfreiem Sabadillin mit Einem Atom Wasser anzusehen ist, und deshalb nennt er sie auch *Monohydrat des Sabadillins*, wiewohl aller Wahrscheinlichkeit nach dieſs Wasser nicht als Hydratwasser darin vorhanden ist.

Elementar-Zusammensetzung der genannten Stoffe.

Hrn Couërbe's Analysen, deren Detail hier übergangen seyn mag, führten zu den Resultaten, die, neben den berechneten, in folgender Tafel zusammengestellt sind:

	Kohlenstoff.	Stickstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Staphisain	73,57	5,78	8,71	11,95
$C_{16}N_1H_{23}O_2$	73,89	5,35	8,67	12,09
Delphinin	76,69	5,93	8,89	7,49
$C_{27}N_2H_{38}O_2$	77,03	6,61	8,86	7,50
Veratrin	70,63	5,32	7,65	16,39
$C_{34}N_2H_{48}O_6$	71,25	4,85	7,51	16,39
Pseudoveratrin	67,39	6,28	7,20	19,13
$C_{14}N_1H_{18}O_3$	67,67	5,64	7,15	19,54
Sabadillin, bei 180° C.	64,18	7,95	6,88	20,99
$C_{20}N_2H_{26}O_5$	64,55	7,50	6,85	21,10
Sabadillin-Gummiharz .	61,00	7,23	7,25	24,52
$H_{20}N_2H_{28}O_6$	61,63	7,13	7,04	24,20

Die hier angegebenen Zusammensetzungen sind die der isolirten Substanzen im wohl getrockneten Zustande; Staphisain und Pseudoveratrin gehen überdieſs keine festen Verbindungen ein.

Das Delphinin, obwohl eine Basis, wurde ebenfalls für sich zerlegt, indeſs das aus der Elementar-Analyse abgeleitete Atomgewicht, welches nach der Formel

$$C_{27}N_2H_{38}O_2 = 2677{,}982$$

ist, mit dem aus der Absorption von Chlorwasserstoffgas durch dieses Alkali sich ergebenden verglichen. Letzteres war 2597, und zeigt also, dafs das Delphinin wenigstens in seinem trocknen salzsauren Salz kein Wasser enthält.

Das Veratrin, ebenfalls für sich analysirt, hat nach der Formel $C_{34}N_2H_{43}O_6$ das Atomgewicht 3644,25, nach directer Zerlegung seines trocknen salzsauren Salzes: 3418,554. Das schwefelsaure Veratrin enthält, wie angeführt, 2 At. Krystallwasser, die bei Erhitzung davon gehen.

Das Sabadillin, nach Trocknung bei 180° C., bei der es 9,58 Procent oder 2 At. Krystallwasser verliert, hat die Formel $C_{20}N_2H_{26}O_5$ und das Atomgewicht 2368,036. Die Zerlegung des (wahrscheinlich doch getrockneten) schwefelsauren Salzes führte zu dem Atomgewicht 2637,684 nahe gleich 2368,036+224,96=2592,996. Das Sabadillin behält also in diesem Salze sein Krystallwasser.

Das Sabadillin-Gummiharz, wahrscheinlich auch für sich analysirt, hat eine solche Zusammensetzung, dafs es sich als $C_{20}N_2H_{26}O_5+H_2O$, d. h. als eine Verbindung von 1 At. Sabadillin und 1 At. Wasser betrachten läfst.

Hr. Couërbe, der als Symbol für die Pflanzenbasen die Anfangsbuchstaben ihrer Namen mit darüber gesetztem Plus-Zeichen vorschlägt, giebt demgemäfs die Formeln:

$\dot{S}a+Aq^2+\ddot{S}Aq^4=\dot{S}a+\ddot{S}Aq^6$ f. d. schwefls. Sabadillin

$\dot{S}a+SAq^5$ für d. schwefelsaur. Sabadillin-Gummiharz,

wo $\dot{S}a=C_{20}N_2H_{26}O_5$ = trocknes Sabadillin. 4 Atome Wasser in jeder dieser Formeln müssen wohl als Krystallwasser betrachtet werden, indessen wird darüber, wie über manche andere wissenswerthe Punkte, keine Auskunft in der Abhandlung gegeben.

Was die Methode der Analyse betrifft, so befolgte Hr. C. zur Bestimmung der Kohle und des Wasserstoffs die von Liebig, zur Bestimmung des Stickgases wandte er aber eine ihm eigenthümliche an. Er sagt darüber Folgendes.

Wir sind darin einverstanden, dafs zur Bestimmung des Kohlenstoffs das Verfahren des Hrn. Liebig wegen seiner grofsen Einfachheit und leichten Ausführbarkeit die höchste Vollkommenheit besitzt; ich habe also dasselbe beibehalten müssen, habe aber den Apparat so eingerichtet, dafs Alles während der Verbrennung gesammelt werden konnte. Zu dem Ende zog ich die Glasröhre an einem ihrer Enden in eine Spitze aus, schmolz sie zu, bog sie aber nicht in die Höhe, wie Hr. Liebig, sondern liefs sie horizontal und reinigte sie dann von Feuchtigkeit auf die bekannten Weisen. Andererseits mengte ich die Substanz mit einem compacten und gekörnten Kupferoxyd, brachte grobkörniges Kupferoxyd auf den Boden der Röhre, schüttete das Gemenge darauf und bedeckte es nun mit reinem Oxyd und Etwas geglühter Kupferspähne. Dann zog ich das offene Ende der Röhre aus, in der von Berzelius vorgeschriebenen Form, setzte das Rohr mit Chlorcalcium an, hierauf den Apparat des Hrn. Liebig, gefüllt mit vollkommen farbloser Aetzkalilauge, und an das Ende dieses Apparats eine Röhre mit Kugel zur Aufnahme der Gase. Diese Röhre führte unter eine in Cubikcentimeter getheilte, mit Quecksilber gefüllte Glocke. Nach Bekleidung der Röhre mit Rauschgold kann man die Zersetzung vornehmen; zuvor setzte ich aber ein mit Quecksilber gefülltes Gay-Lussac'sches Gasometer oder wenigstens seine Wanne dicht an die Spitze der Röhre, so dafs ich es mit dieser durch einen Kautschuckstreif verbinden konnte.

Nach dieser Vorbereitung und gehöriger Zurechtlegung der Röhre auf den Rost verbrenne ich das Gemenge unter Befolgung der in dieser Hinsicht gegebenen

Vorschriften. Ist die Verbrennung beendigt, nehme ich eilig das Feuer auf dem Roste fort, und breche die Schwanzspitze der Röhre nicht eher ab, als bis das Quecksilber in die Ableitungsröhre des Stickgases zu steigen droht. Im Moment, wo die Spitze geöffnet wird, fallen die beiden Flüssigkeiten zurück, und die Luft durchstreicht den Apparat so lebhaft, dafs dadurch allein die Kohlensäure Blase für Blase in die erste Kugel des Recipienten tritt. Bei diesem Vorgang hat man keinen Gasverlust zu fürchten. Man verbindet nun das Rohr des Gasometers mit der Schwanzspitze der Verbrennungsröhre, was leicht durch einen erwärmten Kautschuckstreif geschieht, drückt dann die Eprouvette vorsichtig nieder, um die zur Austreibung der Kohlensäure und des Stickgases nöthige Luft hindurchzutreiben; die Kohlensäure wird vom Kali aufgefangen, das Stickgas begiebt sich mit der austreibenden Luft in die graduirte Eprouvette. Man läfst übrigens die Luft über Chlorcalcium gehen. Eine Eprouvette mit 180 Kubikcentimeter Luft reicht immer hin, das Gas bei allen Versuchen dieser Art fortzunehmen. So weit gelangt, braucht man nur noch die Röhre mit dem Chlorcalcium zu wägen, um das Wasser, und folglich den Wasserstoff zu erhalten, das Gewicht des Kali's zu nehmen, um die Kohlensäure, und mithin die Kohle zu bestimmen, und endlich die Luft im Eudiometer zu analysiren, um die Menge des Stickgases zu finden. — Zuweilen wandte Hr. C. zur Bestimmung des Stickstoffes auch das Gay-Lussac'sche Verfahren an, und erhielt mit demselben gleiche Resultate *).

*) Schwerlich dürfte indefs das Verfahren des Hrn. C. nach dem weit einfacheren von Dumas (S. 92 dieses Heftes) noch Beifall finden. *P.*

XVIII. *Ueber einige Eigenschaften der Salpetersäure;*

von Hrn. H. Braconnot.

(*Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 286.)

Die folgenden Versuche wurden veranlafst durch das Lesen von Hrn. Pelouze's Abhandlung über den Einfluſs der Gegenwart des Wassers auf die chemischen Reactionen. Dieser Chemiker sagt von der concentrirten Salpetersäure: Vermischt mit Alkohol zersetzt sie kohlensaures Kali nicht, wirkt aber heftig auf kohlensauren Kalk und kohlensauren Strontian. Auch die kohlensauren Salze von Baryt, Talkerde und Natron greift sie an, aber viel langsamer *).

Diese Beobachtungen sind richtig, andererseits aber habe ich beobachtet, daſs dieselbe Salpetersäure auch nicht gemischt mit Alkohol, und selbst siedend durchaus keine Wirkung auf weiſse Marmorstückchen ausübt, eben so wenig wie auf kohlensauren Baryt in Pulverform, was wohl aufserordentlich erscheinen mag **). Diese Wirkungslosigkeit scheint nur durch die Unlöslichkeit des salpetersauren Kalks und salpetersauren Baryts in concentrirter Salpetersäure, und durch die Verwandtschaft der Basen zu der Kohlensäure erklärt werden zu können.

Wirklich sind, wie ich mich überzeugte, diese salpetersauren Salze in concentrirter Salpetersäure selbst beim Sieden vollkommen unlöslich; man braucht nur ein

*) Annal. Bd. XXVI S. 348.

**) Die von mir angewandte Säure war einfach durch Destillation eines Gemenges von 500 Grm. Salpeter und 430 Grm. käuflicher Schwefelsäure in einer Glasretorte mit Vorlage bereitet, darauf durch salpetersaures Silberoxyd gereinigt und abermals destillirt.

wenig dieser Säure in eine kalt bereitete Lösung von salpetersaurem Baryt zu schütten, um einen grofsen Theil des letzteren Salzes zu fällen. Und wenn in dem von Hrn. Pelouze angeführten Beispiele die mit Alkohol gemengte Salpetersäure auf kohlensauren Kalk und Strontian einwirkte, so rührte diefs daher, dafs diese Salze (salpetersaurer Kalk und Strontian) in dem Alkohol so gut wie im Wasser ein Lösemittel fanden, und dann mufste ein lebhaftes Aufbrausen eintreten.

Geschmolzenes kohlensaures Natron zerstückelt in concentrirte Salpetersäure gethan, läfst kaum einige Blasen Kohlensäure entweichen; schüttet man aber Wasser hinzu, so entweicht diese sogleich stürmisch.

Concentrirte Salpetersäure, welche, mit Alkohol gemengt, nicht auf kohlensaures Kali wirkt, zersetzt dasselbe rasch, so wie man sie für sich anwendet. Diefs schreibe ich der Löslichkeit des salpetersauren Kali's in der concentrirten Salpetersäure zu, und wirklich habe ich gefunden, dafs das letztere Salz, selbst geschmolzen, in der kalten Säure sehr löslich ist, und aus dieser Lösung reichlich durch Alkohol gefällt wird.

Stücke ätzendes Kali warf ich in concentrirte Salpetersäure, die mit dem mehrfachen Volume Aether verdünnt war; sie blieben darin, ohne angegriffen zu werden; doch darf man das Gemenge nicht erwärmen, noch zu sehr schütteln, sonst tritt eine heftige Einwirkung ein, unter Wärmeentwicklung, die den Aether schnell verflüchtigt, und es bleibt nur eine Masse von salpetersaurem Kali zurück.

Zinn wird nicht blofs in der Kälte, sondern auch beim Sieden von concentrirter Salpetersäure nicht angegriffen; dagegen stellt sich bekanntlich eine der lebhaftesten Reactionen ein, wenn man die Säure verdünnt anwendet.

Eisenfeilicht, oder, wenn man will, Eisenblech behält in concentrirter Salpetersäure unverändert seinen gan-

zen Metallglanz bei. Selbst wenn man die Säure darüber sieden läfst und dann mit Ammoniak übersättigt, fallen kaum einige unbedeutende Flocken von Eisenoxyd nieder.

Auf Silber hat concentrirte Salpetersäure ebenfalls keine Einwirkung; auch habe ich beobachtet, dafs salpetersaures Silberoxyd vollkommen unlöslich ist in Salpetersäure *) und seine wäfsrige Lösung reichlich durch diese Säure gefällt wird.

Von zertheiltem Blei löst sich beim Sieden mit concentrirter Salpetersäure nicht die geringste Spur; denn sättigt man hernach die Säure durch Ammoniak und setzt Schwefelsäure hinzu, so bleibt die Flüssigkeit vollkommen klar. Auch ist salpetersaures Bleioxyd so wenig löslich in Salpetersäure, dafs es aus seiner wäfsrigen Lösung gröfstentheils durch diese Säure niedergeschlagen wird. Ich mufste daraus schliefsen, dafs die concentrirte Säure getrocknetes kohlensaures Bleioxyd nicht zersetze, und wirklich ist diefs auch der Fall.

Kupfer, Zink, Quecksilber und Wismuth werden von concentrirter Salpetersäure lebhaft angegriffen, weniger jedoch als von der verdünnten Säure. Hieraus ist zu vermuthen, dafs die salpetersauren Salze dieser Metalle in concentrirter Salpetersäure löslich seyen; da sie sich aber in Alkohol wenig lösen, das salpetersaure Quecksilberoxydul selbst gar nicht, so ist ferner zu schliefsen, dafs die mit Alkohol gemengte concentrirte Salpetersäure auf Quecksilber keine, und auf Kupfer, Zink und Wismuth nur eine schwache Wirkung habe. Alles diefs fand ich bestätigt.

Wie mir scheint lassen sich die von Hrn. Pelouze beobachteten Erscheinungen beinah auf gleiche Weise erklären. So hat die Unzersetzbarkeit der kohlensauren

*) Auf diese Eigenschaft hat bekanntlich Guibourt ein Verfahren zur Trennung des Silbers und Kupfers gegründet. Siehe Ann. Bd. XXIV S. 192. *P.*

Salze durch alkoholische Lösung von Trauben- oder Weinsäure ihren Grund in der Unlöslichkeit der weinsauren Salze in Alkohol. Dafs die mit Alkohol gemengte concentrirte Essigsäure kohlensaures Kali nicht zersetzt, schien Hrn. Pelouze wunderbar und schwer erklärlich; indefs habe ich die Ueberzeugung, dafs essigsaures Kali wenig löslich ist in der mit Alkohol gemengten concentrirten Essigsäure, und dafs essigsaurer Kalk sich nicht besser in concentrirter Essigsäure löst.

Die vorstehenden Beobachtungen liefern vielleicht ein Mittel zur Trennung mehrer Metalle von einander. (Siehe Annalen, Bd. XXIV S. 192 *P.*)

XIX. *Von der Umwandlung mehrer Pflanzenstoffe in einen neuen;*

von Hrn. H. Braconnot.

(*Ann. de chim. et de phys. T. LII p.* 290.)

Wie man gesehen, wirkt im Allgemeinen die concentrirte Salpetersäure minder stark als die verdünnte auf unorganische Körper ein. Es schien mir, dafs dasselbe von den Pflanzenstoffen gelten würde, und dafs man hiedurch von Einer organischen Substanz sehr verschiedene Producte werde erhalten können, wie wenn man zwei ganz verschiedene Säuren hätte einwirken lassen. Um diefs zu beweisen, brauche ich nur eine neue Substanz zu beschreiben, welche ich durch Reaction der concentrirten Salpetersäure auf mehre Pflanzenstoffe erhalten habe.

Verdünnte Salpetersäure verwandelt bekanntlich Kartoffel-Satzmehl in eine schleimige, sehr in Wasser lösliche Substanz; ein ganz anderes Resultat erhält man mit concentrirter Salpetersäure.

Fünf

Fünf Grammen Satzmehl rührte ich in eine hinreichende Menge dieser Säure ein und schüttelte das Gemenge von Zeit zu Zeit. Es entstand daraus ebenfalls eine schleimige, vollkommen durchsichtige Lösung, die aber auf Zusatz von Wasser zu einer käseartigen, weifsen Masse gerann, welche, nachdem sie zerdrückt, wohl gewaschen und getrocknet worden, genau fünf Grammen, mithin so viel als das angewandte Satzmehl wog.

Die Haupteigenschaften dieser Substanz sind folgende. Sie ist weifs, pulverförmig, geschmacklos, ohne Wirkung auf Lackmus. Rührt man sie in Jodtinktur, so entfärbt sich letztere und man erhält eine gelbe Verbindung. Brom hat keine Einwirkung auf sie. In siedendem Wasser erweicht sie und ballt sich zusammen, ohne sich jedoch irgend zu lösen. In Schwefelsäure, die mit dem doppelten Gewicht Wasser verdünnt ist, löst sie sich beim Kochen eben so wenig; allein mit concentrirter Schwefelsäure bekommt man eine fast farblose Lösung, welche eine gummige Substanz enthält und vom Wasser nicht gefällt wird. Von concentrirter Chlorwasserstoffsäure, besonders bei gelinder Erwärmung, wird sie leicht gelöst, vom Wasser aber mit allen ihren Eigenschaften gänzlich wieder herausgefällt. Von gewöhnlicher verdünnter Salpetersäure wird sie in der Kälte leicht gelöst, und Wasser wie Alkalien fällen diese Lösung, welche beim Eindampfen Kleesäure, aber keine Schleimsäure giebt.

Von allen Pflanzensäuren scheint allein die concentrirte Essigsäure auf die neue Substanz einzuwirken; sie löst dieselbe leicht, besonders in der Wärme, und kann sich mit einer solchen Menge von ihr beladen, dafs die Flüssigkeit die Consistenz eines dicken Schleims annimmt; dieser, mit Wasser in Berührung gebracht, gerinnt zu einer harten, matt weifsen Masse, läfst man ihn aber bei gelinder Wärme eintrocknen, so giebt er eine firnifsartige Materie, welche nicht mehr als weifses Glas gefärbt

ist und beim Untertauchen in Wasser seine Durchsichtigkeit behält. Ich habe versucht kleine Mikroskop-Linsen davon zu verfertigen. Dieser saure Schleim, auf Papier oder einen andern Körper gestrichen, hinterläfst darauf einen sehr glänzenden Firnifs, welcher einen aufserordentlichen Vorzug vor dem des besten Gummi's besitzt, den nämlich, der Einwirkung des Wassers vollkommen zu widerstehen. Tuch, mit diesem Schleim getränkt und dann getrocknet, behielt die erlangte Steifigkeit und Undurchdringlichkeit selbst beim Sieden mit Wasser bei. Aus diesen Eigenschaften erhellen die Vortheile, welche die neue Substanz den Künsten wird gewähren können. Uebrigens löst der käufliche Holzessig beim Sieden sie ebenfalls, wiewohl die Lösung sich beim Erkalten etwas trübt.

Das Ammoniak ist ohne Wirkung auf die neue Substanz; dasselbe gilt von ätzender Kalilauge, doch ballt sie sich darin zusammen und wird durchscheinend; allein beim Sieden erhält man zuletzt eine bräunliche Lösung, aus welcher Säuren die gelöste Substanz ein wenig modificirt niederschlagen, denn alsdann wird sie viel leichter in siedendem Wasser flüssig, ohne sich jedoch darin zu lösen, und beim Trocknen erlangt sie statt des mattweifsen Ansehens die Durchsichtigkeit von Gummi.

Siedender Alkohol scheint wenig auf die neue Substanz einzuwirken; doch wird die alkoholische Flüssigkeit beim Erkalten schwach milchig.

Erhitzt man die Substanz, so entzündet sie sich mit vieler Leichtigkeit; und schon auf einem Stück Papier erhitzt, verkohlt sie sich sogleich rasch und beginnt zu schmelzen, ohne dafs das Papier an der erhitzten Stelle Schaden leidet. In einer kleinen Glasretorte destillirt, hinterläfst sie etwa ein Sechstel ihres Gewichts an einer, wie die vom Satzmehl, schwierig einzuäschernden Kohle, und liefert überdiefs eine bräunliche, viel Essigsäure enthaltende Flüssigkeit.

Mit mehr oder weniger verdünnter Indiglösung zusammengebracht, verändert sie deren Farbenton nicht, färbt sich auch selbst nicht merklich blau. Eben so wenig geht sie eine Verbindung mit schwefelsaurem Eisen ein.

Die Benennung dieser Substanz hat mir Schwierigkeiten gemacht; da sie indefs mir Einiges mit der Holzfaser gemein zu haben scheint, so wird vielleicht der Name *Xyloïdin* für sie paſslich seyn. Man wird sehen, daſs mehre andere Pflanzenstoffe durch Lösung in concentrirter Salpetersäure gleichfalls in diese Substanz umgewandelt werden können.

Wirkung der concentrirten Salpetersäure auf Holzfaser und gummige Stoffe. — Sägespäne, in concentrirte Salpetersäure eingerührt, schwellen darin auf und erweichen sich, ohne in der Kälte gelöst zu werden; setzt man aber das Gemenge einer gewissen Temperatur aus, so erhält man, merkwürdiger Weise, ohne irgend ein Aufbrausen, eine schleimige, so dicke Auflösung, daſs sie beim Erkalten gesteht; Wasser scheidet daraus in Menge eine Substanz ab, die mit der durch Lösung des Stärkemehls in concentrirter Salpetersäure erhaltenen identisch ist. Baumwolle und Leinwand, mit dieser Säure erhitzt, lösen sich gleichfalls ohne sichtbare Reaction und werden in Xyloïdin verwandelt. Rohrzucker, Mannazucker, Milchzucker verwandeln sich dagegen nicht in dasselbe, sondern geben eine sehr bittere Substanz, die ich nicht untersucht habe. Traganth, Mimosengummi, Inulin, so wie das von mir in der Rinde von Gymnocladus canadensis entdeckte Saponin lassen sich aber durch concentrirte Salpetersäure in Xyloïdin verwandeln; es wird indefs hier von einer sehr bitteren Substanz begleitet, welche vermuthen läſst, daſs diese gummigen Substanzen einen süſsen Stoff enthalten.

Auch das Pectin löst sich in concentrirter Salpetersäure zu einem Schleim, aus welchem Wasser viel einer

in verdünntem Ammoniak vollständig löslichen Substanz niederschlägt, welche aber nichts anderes ist als Gallertsäure. Aus dem durch concentrirte Schwefelsäure aus Lumpen gebildeten Gummi habe ich kein Xyloïdin erhalten können; eben so wenig wie aus dem zuvor mit derselben Säure behandelten Mimosengummi, was mir sonderbar scheint. Endlich lieferte Leinsamenschleim nur eine geringe Menge.

XX. *Notiz über die Zusammensetzung des Gerbstoffs, der Gallussäure und deren Abänderungen.*

Hr. Pelouze, Repetent an der polytechnischen Schule zu Paris, überreichte vor Kurzem (9. Sept.) der dortigen Academie folgende Hauptresultate einer von ihm über den Gerbstoff, dessen verschiedenen Varietäten, über die Gallus-, Pyrogallus- und Ellagsäure unternommene Arbeit.

Der Gerbstoff ist ein unmittelbarer wohl charakterisirter Pflanzenstoff, besitzt vollkommen bestimmte Eigenschaften, vermag die Rolle einer Säure und einer Base zu spielen, und unterliegt in seinen Verbindungen den best erwiesensten Sättigungsgesetzen der organischen Chemie. Unter gleichzeitigem Einfluſs von Sauerstoff und Wasser verwandelt er sich in Gallussäure und Wasser, und bei dieser Umwandlung wird der Sauerstoff durch ein gleiches Volum Kohlensäure ersetzt.

Die Gallussäure ist nicht fertig gebildet in den Galläpfeln vorhanden; immer ist sie das Erzeugniſs der Zersetzung des Gerbstoffs, und wenn man diesen letzten nach den von mir aufgefundenen Methoden ausgezogen hat, ist es unmöglich auf irgend eine Weise Gallussäure

aus ihnen zu erhalten. Diese Beobachtung steht im vollen Einklang mit den Erfahrungen von Scheele, Berzelius, Chevreul und Braconnot. Diese Chemiker haben beobachtet, dafs von allen Verfahrungsweisen zur Erlangung von Gallussäure die, bei welcher man die Gälläpfel schimmeln läfst, dieselbe in gröfster Menge liefert. Wenn man unmittelbar aus den Galläpfeln eine sehr kleine Menge Gallussäure ziehen kann, so ist es mehr als wahrscheinlich, dafs deren Gegenwart von der beim Trocknen der Galläpfel eingetretenen Zerstörung einer geringen Menge Gerbstoffs herrührt.

Die Gallussäure ändert ihre Natur vollständig, wenn man sie destillirt. Die dabei entstehende Pyrogallussäure, welche Hr. Berzelius unter dem Namen Gallussäure analysirt hat, ist dadurch, dafs sie ein Atom Kohlensäure weniger enthält, von dieser verschieden. Die Salze, welche beide bilden, weichen übrigens sehr von einander ab. Schon Hr. Chevreul hat dieſs vermuthet, und Hr. Braconnot es aufser allen Zweifel gesetzt, ohne aber eine Analyse zu Hülfe zu nehmen.

Die Formeln für die Zusammensetzung des Gerbstoffs der Galläpfel und des Katechus, für die Gallus- und Pyrogallussäure, für das Gerbstoff-Bleioxyd, das Gerbstoff-Eisenoxyd, die Grundlage der Dinte, und für die Ellagsäure, sind folgende:

Gerbstoff der Galläpfel	$=C^{18}H^{18}O^{12}$
Gerbstoff des Katechu	$=C^{18}H^{16}O^{8}$
Pyrogallussäure	$=C^{6}\ H^{6}\ O^{3}$
Gallussäure	$=C^{7}\ H^{6}\ O^{5}+H^{2}O$
Ellagsäure	$=C^{7}\ H^{4}\ O^{4}+H^{2}O$
Gerbstoff-Bleioxyd	$=Pb\ O\ +C^{18}H^{18}O^{12}$
Gerbstoff-Eisenoxyd	$=Fe^{2}\ O^{3}+(C^{18}H^{18}O^{12})^{3}$

(*L'Institut. No.* 18 *p.* 153.)

XXI. *Mittel, die Divergenz der beiden Bilder eines Kalkspaths so zu vergröfsern, dafs nur eins zur Zeit gesehen wird.*

Unter diesem Titel hat Hr. Nicol vor einigen Jahren im *Edinburgh New philosoph. Journal* (*No. XI p.* 83) ein Instrument beschrieben, welches auf den ersten Blick nichts vor einem guten achromatisirten Kalkspathprisma voraus zu haben scheint, welches aber doch, wie ich mich jetzt aus eigener Erfahrung überzeugt habe, wesentliche Vorzüge vor einem solchen besitzt, indem es die Bilder viel weiter aus einander wirft, als irgend eins, das mir bis jetzt zur Hand gekommen ist, selbst ein nach Wollaston's Vorschrift aus zwei mit ihren Hauptschnitten rechtwinklig gekreuzten Kalkspathprismen verfertigtes Parallelepipedum nicht ausgenommen *). Das Nicol'sche Instrument ersetzt nicht nur vollkommen den Turmalin, von dem bekanntlich die gute grüne Abart immer selten zu haben ist, sondern übertrifft ihn wesentlich durch die zu manchen Untersuchungen so schätzbare Eigenschaft, dafs es die Farbenerscheinungen der Krystalle und anderer Körper im polarisirten Lichte völlig rein, frei von jedem fremdartigen Farbenton darstellt.

Die Construction dieses Instrumentes wird am leichtesten aus Fig. 13 Taf. I erhellen; dieselbe ist von einem aus England bezogenen Exemplar abgenommen, welches ich der Gefälligkeit des Hrn. Prof. Dove zur Benutzung verdanke; sie stellt dasselbe im Durchschnitt und in natürlicher Gröfse dar. ab, $a'b'$ ist der Hauptschnitt eines Kalkspathrhomboëders, dem man durch Abspalten

*) Für den Quarz ist diese Construction in Herschel's Werke vom Licht, S. 477 (der Uebersetzung), beschrieben und Fig. 175 abgebildet.

die abgebildeten Dimensionen gegeben hat. Die Längenkanten ab' und ba' sind zwei der natürlichen stumpfen Kanten des Rhomboëders, die Endflächen ab und $a'b'$ dagegen sind so geschliffen, dafs sie, die im natürlichen Zustande bei a und a' einen Winkel von etwa 71° mit diesen Kanten machen, jetzt daselbst einen Winkel von 68° bilden. Das so modificirte Rhomboëder ist in der Ebene bb' senkrecht gegen den Hauptschnitt und gegen die beiden Endflächen ab, $a'b'$ durchschnitten, und, nachdem die Schnittflächen beiderseits polirt worden sind, wieder mit Canadabalsam zusammengekittet. Die beiden prismatischen Hälften des Rhomboëders *) können auch, was in der Ausführung leichter zu bewerkstelligen ist, aus zwei verschiedenen Stücken, entweder eines oder zweier Krystall-Individuen, in die angegebene Gestalt geschliffen werden. Das Ganze steckt in dem Kork $pppp$, welcher zu dem Ende der Länge nach durchschnitten und wieder zusammengekittet worden ist.

Sieht man der Länge nach, parallel den Kanten ab' und ba', durch dieses Rhomboëder nach einem Gegenstand, so erblickt man in dieser Richtung nur ein einziges Bild von demselben, nämlich das ordentliche; das aufserordentliche kommt erst zum Vorschein, wenn man die Längenaxe des Instruments sehr stark gegen die Gesichtslinie neigt, und stört beim geraden Hindurchsehen durchaus gar nicht. Dabei besitzt das Gesichtsfeld eine zu optischen Versuchen hinlängliche Gröfse.

Ueber den Grund dieser grofsen Divergenz der Bilder hat sich Hr. Nicol nicht ausgesprochen. Indefs ist wohl klar, dafs derselbe zum grofsen Theil in der Wirkung des Canadabalsams gesucht werden mufs, welcher, wegen seines Brechungsverhältnisses (1,549), das zwi-

*) Genau genommen ist die Combination kein Rhomboëder, sondern eine schiefe rhombische Säule, da die Flächen in den drei Kanten der stumpfen Ecke ungleiche Winkel machen. *P.*

schen dem ordentlichen (1,6543) und aufserordentlichen (1,4833) des Kalkspaths liegt, die beiden Strahlen vor ihrem Eintritt in die hintere prismatische Hälfte der Combination in entgegengesetztem Sinne ablenken wird. Ohne diese Wirkung des Canadabalsams würde auch das Durchschneiden und Wiederzusammenfügen des Rhomboëders ohne Nutzen seyn, wie sich schon vorweg einsehen läfst, und wie es auch ein directer Versuch bestätigt hat. Wer die Mühe nicht scheute, könnte übrigens die Bahn der beiden Strahlen, selbst für jede einzelne Farbengattung, mittelst der vorhandenen Daten und Formeln genau berechnen.

Nach der zuvor beschriebenen Construction hat der Mechanikus Hirschmann hieselbst bereits mehre solcher Nicol'schen Rhomboëder verfertigt, die dem englischen Originale völlig gleich kommen. Zwei derselben, welche ich selbst besitze, leisten in der That Alles, was man nur wünschen kann. Betrachtet man durch sie, einzeln genommen, eine feine auf weifses Papier gezogene Linie, so erblickt man sie vollkommen einfach *). Richtet man sie beide, hinter einander gehalten, auf einen Gegenstand am Horizont, so sieht man denselben, wenn die Hauptschnitte parallel liegen, mit fast eben der Klarheit, Farblosigkeit und nahe halber Helligkeit, wie mit blofsem Auge; dreht man aber das eine, bis die Hauptschnitte senkrecht auf einander zu stehen kommen, so tritt, wenigstens in der Mitte des Feldes, vollkommene Dunkelheit ein; der schwache Lichtschein, der noch sichtbar ist, rührt deutlich von einem Reflex an den Seiten-

*) Dagegen enthält das aufserordentliche Bild, welches bei starkem Neigen des Rhomboëders zum Vorschein gebracht werden kann, eine Beimischung von dem ordentlichen, und das Feld erscheint daher auch heller. Für den Gebrauch des Instruments ist diefs natürlich von gar keinem Nachtheil. Uebrigens zeigt sich an der Gränze beider Gesichtsfelder eine Reihe schwacher Farbensäume, wie beim englischen Originale.

flächen her, und würde sich ohne Zweifel sogleich heben lassen, wie man die Seitenflächen schwärzte. Steckt man ferner, während die Hauptschnitte sich kreuzen, eine senkrecht gegen die Axe geschnittene Kalkspathplatte zwischen die beiden Rhomboëder, so hat man in dieser ganz aus Kalkspath gebildeten Combination die Erscheinung der farbigen Ringe mit schwarzem Kreuz eben so deutlich, wie auf jedem anderen Wege. Schaltet man endlich vor und hinter der Kalkspathplatte, zwischen diese und die Rhomboëder, ein Glimmerblättchen von der gehörigen Dünnheit ein, so dafs die Axen dieser beiden Blättchen sich rechtwinklig durchkreuzen und zugleich die rechten Winkel zwischen den beiden Hauptschnitten halbiren, so sieht man jene Farbenringe ohne Kreuz mit schwarzem Mittelpunkt, ganz den Newton'schen Ringen ähnlich; eine interessante Modification dieser Phänomene, von der Hr. Airy bereits im Bd. XXVI S. 143 dieser Annalen den Grund angegeben hat, und die ich schon früher bei Hrn. Prof. Nörrenberg zu sehen Gelegenheit hatte.

Beiläufig bemerkt, hat schon Brewster ein ähnliches Mittel angewandt, um bei doppeltbrechenden Krystallen eins der Bilder auszulöschen *). Brewster schleift nämlich aus einem solchen Krystall (z. B. Kalkspath, Arragonit, Salpeter, kohlensaures Kali u. s. w.) ein Prisma, und zwar so, dafs die Kanten desselben parallel der optischen Axe, oder, bei zweiaxigen Krystallen, parallel der den Winkel zwischen beiden Axen halbirenden Linie liegen, läfst zwei der Prismaflächen *rauh*, und klebt nun mittelst einer schicklichen Substanz Glasplatten darauf. Hat die Substanz gleiche Brechkraft mit dem ordentlichen Strahl des Krystallprisma's, so geht dieser Strahl, da für ihn die Prismaflächen gleichsam nun polirt sind, hindurch, der aufserordentliche Strahl aber

*) *Phil. Trans. f.* 1819, *p.* 146, und *Edinb. Encyclopaed. Art. Optics, p.* 600.

wird wie an einer rauhen Fläche nach allen Seiten hin zerstreut, und dadurch gewissermafsen aufgefangen. Ist die Substanz von gleicher Brechkraft mit dem aufserordentlichen Strahl, so findet das Umgekehrte statt; dieser wird durchgelassen und der ordentliche vernichtet. Klebt man z. B. auf ein Prisma von Salpeter die Glasplatten mit Copaivabalsam, oder noch besser mit Cassiaöl, so geht der ordentliche Strahl (dessen Brechindex =1,511) ungeschwächt durch, der andere aber verschwindet ganz oder tritt nur als rother Schein auf. Nimmt man dagegen Alkohol oder Eiweifs zum Klebmittel, so geht der aufserordentliche Strahl (dessen Brechindex =1,328) hindurch, und der ordentliche leidet die Vernichtung. Diefs Verfahren steht indefs sicher dem des Hrn. Nicol nach, da es unstreitig meist trübe und gefärbte Bilder liefert.

XXII. *Photometer von De Maistre, Quetelet und Arago.*

Die Photometrie, dieser wichtige Zweig der Optik, von dem im Grunde alle Aufgaben in Betreff der so mannigfaltigen Erscheinungen der Inflexion, Reflexion, Refraction, Absorption und Polarisation erst ihre numerische Lösung zu erwarten haben *), ist in neuerer Zeit der Gegenstand mehrseitiger Bemühungen gewesen, welche wir hier in der Kürze mittheilen wollen, wenn gleich sie auch zum Theil nur auf die Erreichung specieller Zwecke gerichtet waren.

*) Für alle auch noch so verwickelten Erscheinungen, welche Krystalle im polarisirten Lichte bei Betrachtung mittelst eines Turmalins darbieten, kommt die Erklärung darauf zurück, dafs man die Intensität der einzelnen Farbenstrahlen des weifsen Lichts für jeden Punkt des Gesichtsfeldes bestimmen könne.

Um die Helligkeit der Himmelskörper mit einander zu vergleichen *), wendet der Graf De Maistre in Petersburg das Instrument an, welches man in Fig. 6 Taf. I im Durchschnitt abgebildet sieht. Es besteht aus zwei Prismen, einem von weifsem, und einem, das in der Figur schattirt ist, von blauem Glase. Die Basis ihres Querschnitts, *ca* beim weifsen, mifst etwa 8 Linien in Dicke, und ihr scharfer Winkel, *d* beim weifsen und *c* beim blauen, beträgt ungefähr 11 Grad. Sie sind so auf einander gelegt, dafs sie ein Parallelepipedum bilden, damit man beim Hindurchsehen die Gegenstände an ihrer wahren Stelle erblicke. Beim Gebrauche bringt man den dünnsten Theil *bd* des weifsen Prisma's vor das Objectiv eines Fernrohrs, und verschiebt das blaue Prisma so lange, bis man eine Dicke findet, durch welche das Bild des hellsten der zu vergleichenden Körper dem des minder hellen und direct betrachteten gleich wird. Eine Skale nebst Mikrometerbewegung giebt den Punkt, wo diese Gleichheit stattfindet. (*Biblioth. univers. T. LI p.* 323.)

Eines ähnlichen Instruments hat sich Hr. Quetelet, in Brüssel, anfangs bedient. Es weicht von dem vorherigen nur dadurch ab, dafs beide Prismen aus gefärbtem Glase von gleicher Beschaffenheit bestehen. Das Mittel zur vergleichenden Messung giebt auch hier die Dicke des Parallelepipedums, die man durch Verschiebung der zusammengelegten Prismen mittelst einer Mikrometerschraube mit Leichtigkeit und Sicherheit nach Bedürfnifs abändern kann. Da indefs dieses Instrument, gleich dem vorhergehenden, wegen der Unmöglichkeit, unter allen Umständen ein Glas von gleicher Stärke und Nüance der Färbung zu erhalten, immer ein individuelles bleibt, auch nicht anders als ungleich absorbirend auf die verschiedenen Farbenstrahlen des weifsen Lichtes wirken kann, so hat Hr.

*) Einen gleichen Zweck hat bekanntlich die von Wollaston angewandte und in Bd. XVI dieser Annalen, S. 328, mitgetheilte Methode.

Quetelet dasselbe wieder aufgegeben und dafür das folgende erdacht.

Dieses beruht auf der Schwächung, welche das Licht durch wiederholte Reflexionen erleidet. Man sieht es Fig. 7 Taf. I im Viertel der natürlichen Gröfse abgebildet. Es besteht aus zwei Theilen; der eine *A* dient für eine gerade, der andere *B* für eine ungerade Anzahl von Reflexionen. Um das Licht eine gerade Zahl von Reflexionen erleiden zu lassen, ist die Glasplatte $aa'a''a'''$, deren Flächen einander genau parallel geschliffen seyn müssen, auf der einen, z. B. oberen Seite, mit dem Zinnfolie-Dreieck $b'b'b'$, und auf dem andern mit eben solchen Dreieck bbb belegt. Beide Dreiecke sind rechtwinklig, von gleicher Gröfse und Gestalt, decken aber, senkrecht auf das Glas gesehen, einander nicht, sondern sind so verschoben, dafs das untere mit seinen Katheten hervorragt, wie es die Figur zeigt. Zum Behufe einer ungeraden Zahl von Reflexionen dient der Theil *B*, ebenfalls bestehend aus zwei auf den beiden Flächen der Glasplatte befestigten rechtwinkligen Dreiecken von Zinnfolie, von denen aber das auf der einen Fläche befindliche mm' gröfser als das andere nn', und so angebracht ist, dafs es an allen Seiten über dieses hervorragt, wie gleichfalls aus der Figur zu ersehen.

Gesetzt es gehe ein Lichtstrahl durch die Platte und falle auf den belegten Streif $b'cb'c$ des dem Auge des Beobachters zugewandten Dreiecks, so wird er daselbst reflectirt, auf das Dreieck bbb geworfen, und nachdem er dort eine zweite Reflexion erlitten hat, in dem Streifen $bb'cb$ austreten; geschieht es nicht, so wird es der Fall seyn nach vier, sechs oder mehren geraden Reflexionen, deren Zahl man nach Belieben vergröfsern kann, in dem Maafse als man die Reflexionsebene mehr nach der Basis der Dreiecke verlegt. Die Zahl der Reflexionen findet man leicht, indem man das Auge von der Spitze der Dreiecke gegen ihre Basis fortführt, und zählt, wie oft in der Zone $bb'cb$ das obere Dreieck sich in dem unteren spiegelt. Die Gränzlinien dieser Bilder sind sehr scharf.

Für eine ungerade Anzahl von Reflexionen verfährt man ähnlich mit dem Theil *B*. Man läfst das Licht, dessen Intensität gemessen werden soll, auf eine der hervorragenden Seiten des gröfseren Dreiecks fallen, und beob-

achtet es nach seiner letzten Reflexion an demselben Dreieck, aber auf der entgegengesetzten Seite.

Hr. Quetelet hat in Gemeinschaft mit Hrn. Plateau *) einige Versuche mit diesem Instrument angestellt und ziemlich übereinstimmende Resultate erhalten. Sie fanden, dafs es zur Auslöschung des Sonnenlichts 28 bis 29 Reflexionen bedurfte, und dafs diese Schätzung nicht um eine oder zwei Reflexionen unsicher war. Das Licht der Sterne erster Gröfse erlosch nach 20 Reflexionen.

Indefs ist auch dieses Instrument aufser mehren anderen Mängeln mit dem behaftet, dafs von dem zwischen den beiden Spiegeln befindlichen Glase eine gewisse Menge Licht absorbirt wird, eine desto stärkere je gröfser die Zahl der Reflexionen ist, was mindestens, wenn man es auch in Rechnung nehmen wollte, den Gebrauch erschwert. Um diesen Uebelstand zu entfernen, beabsichtigt Hr. Q. die Glasplatte ganz fortzulassen, und statt der Zinnfolie-Dreiecke zwei Paare blofs durch eine Luftschicht getrennter Metallspiegel auf die angegebene Weise anzuwenden. Er verhehlt sich jedoch nicht, dafs auch diese Vorrichtung mit dem Mangel behaftet seyn würde, das Licht, wie Brewster gezeigt hat, durch die mehrmalige Reflexion an den Metallflächen zu färben **). (*Biblioth. univers. T. LII p.* 212.)

*) Bekannt durch die interessante Abhandlung über optische Täuschungen (S. Ann. Bd. XX S. 304); eine Arbeit, die, nachdem sie in etwas veränderter Form auch von Hrn. Faraday vorgenommen worden (Ann. Bd. XXII S. 601), Hrn. Prof. Stampfer in Wien auf die Erfindung der unter dem Namen der stroboskopischen Scheiben jetzt so allgemein verbreiteten artigen Spielerei geleitet hat.

**) Auch bei der Reflexion von farblosem Glase wird vollkommen weifses Licht, abgesehen von aller Absorption und Interferenz, immer gefärbt. Von der senkrechten Incidenz ab bis zum Winkel des Polarisationsmaximums der rothen Strahlen werden die violetten in überschüssiger Menge reflectirt; vom Winkel des Polarisationsmaximums der violetten Strahlen bis zur parallelen Incidenz walten dagegen die rothen im reflectirten Lichte vor. Zwischen den beiden Polarisationswinkeln giebt es eine Incidenz, bei welcher zwar das ursprüngliche Verhältnifs zwischen den violetten und rothen Strahlen durch die Reflexion nicht gestört, dafür aber der mittlere Theil des Spectrums nicht in hinlänglicher Menge reflectirt wird, so dafs immer das zurückgeworfene Licht nicht vollkommen weifs erscheinen kann. Dieſs Alles ergiebt sich als eine nothwendige Folge aus der von Fresnel für die reflectirte Lichtmenge aufgestellten Formel:

Es ist übrigens dieſs nicht das erste Mal, daſs eine mehrmalige Reflexion als Mittel zur Schwächung des Lichtes angewandt worden ist. Bereits im J. 1815 hat Brewster in den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh* eine Vorrichtung beschrieben, die, wenn sie auch von ihrem Erfinder zunächst nur als Stellvertreter der Blendgläser bei Sonnen-Beobachtungen vorgeschlagen wurde *), doch in ihrer Einrichtung mit dem Quetelet'schen Instrument verwandt ist. Man sieht sie in Fig. 8 Taf. I abgebildet. AB ist eine dicke Glasplatte, statt deren man auch, wenn es an Glas von hinreichender Dicke fehlen sollte, mehre dünne durch Kanadabalsam zusammengeklebte Platten nehmen kann. Die Ober- und Unterfläche dieser Platte oder dieses Systems von Platten müssen einander genau parallel seyn. Der eingefallene Lichtstrahl Sa wird hier durch die Reflexionen geschwächt, welche er an der Innenseite der beiden Glasflächen erleidet. Oben und unten sind zwei undurchsichtige Platten C, D in der aus der Figur zu ersehenden Lage angebracht; sie dienen aber nur zur Abhaltung fremden Lichts, sind an ihrer dem Glase zugekehrten Seite geschwärzt und sollen nach Brewster's Vorschrift das Glas nicht berühren. Die nöthige Schwächung des Lichts wird hier bewirkt entweder durch Veränderung des Einfallswinkels, oder durch vermehrte Anzahl der Reflexionen, oder durch Vergröſserung der Dicke des Glases, oder durch Anwendung eines farbigen Glases statt des farblosen, oder endlich durch Belegung der reflectiren-

$$\frac{\frac{1}{2}\,tang^2(i-i')}{tang^2(i+i')}+\frac{\frac{1}{2}\,sin^2(i-i')}{sin^2(i+i')},$$

worin, wie man aus S. 100 Bd. XXII dieser Annalen näher ersehen kann, i den Einfallswinkel und i' den Brechungswinkel bedeutet, welcher letzterer bekanntlich auf die Art vom ersteren und von dem Brechungsverhältniſs n der in Betracht gezogenen Strahlengattung abhängt, daſs $sin\,i'=n\,sin\,i$ ist. *P.*

*) Zu gleichem Zwecke hat der Mechanicus Duwe hieselbst i. J. 1828 eine Vorrichtung verfertigt, anfänglich aus zwei schwarzen, wie in dem gewöhnlichen Polarisationsapparat gegen einander gestellten Glasspiegeln zusammengesetzt, später aber aus drei dergleichen Spiegeln in solcher Stellung, daſs nach den drei bei dem Polarisationswinkel geschehenden Reflexionen der ausfahrende Strahl wieder dem einfallenden parallel ist. Eine solche Combination, vor das Ocular eines Fernrohrs geschraubt, hat das vor einem gewöhnlichen Blendglase voraus, daſs sie ein nicht nur mattes, sondern auch vollkommen weiſses Sonnenbild liefert. *P.*

den Glasflächen mit einer Substanz, die in ihrem Brechungsverhältnisse dem Glase mehr oder weniger nahe kommt. Durch Combination dieser Mittel läfst sich vollends jeder beliebige Grad von Lichtschwächung erreichen. Der nach zweimaliger Reflexion ausfahrende Strahl cV ist übrigens, sobald man nur den Einfallswinkel nicht zu klein genommen hat, vollständig polarisirt, der nach dreimaliger Reflexion austretende eW ist es ebenfalls, selbst bei viel gröfseren Veränderungen des Einfallswinkels.

Endlich ist noch der Untersuchung zu gedenken, welche Hr. Arago neuerlich (am 5. Aug. d. J.) zum Gegenstande einer Vorlesung in der Pariser Academie gewählt hat, unter dem Titel: Ueber die Mittel zur Lösung der meisten photometrischen Aufgaben, welche durch die Lichtpolarisation entstanden sind. Leider beschränkt sich das davon bis jetzt zur Oeffentlichkeit Gekommene auf folgende aus dem »*Institut*,« *No.* 13, *p.* 168, entlehnte Notiz.

Hr. Arago bemerkt zu Anfange seiner Abhandlung, dafs inmitten der glänzenden und unerwarteten Fortschritte, welche die Optik seit einem Drittel-Jahrhundert gemacht hat, diejenige Lehre, welche von der Messung der Lichtstärke handelt und mit dem Namen Photometrie belegt worden, stillgestanden habe. Nach ihm entbehren die von Bouguer, Lambert und Rumford angewandten Mittel durchaus aller Genauigkeit. Hr. Arago hat seit einigen Jahren an der Ausfüllung dieser Lücke in der Optik gearbeitet, nur, wie er sagt, wegen der vielfachen Anwendung, deren die photometrischen Methoden fähig zu seyn scheinen.

Der Hauptzweck seiner Abhandlung war bis jetzt, *das Gesetz, nach welchem ein polarisirter Lichtstrahl sich bei seinem Durchgange durch einen doppeltbrechenden Krystall unter dem ordentlichen und aufserordentlichen Bilde vertheilt.* Die Kenntnifs dieses Gesetzes würde, abgesehen von seiner Wichtigkeit in theoretischer Beziehung, sehr einfach zur Lösung einer grofsen Anzahl sehr sonderbarer astronomischer Aufgaben führen. Als solche bezeichnet Hr. A. unter andern: den Vergleich der Lichtstärke des Theils der Mondscheibe, welcher von den directen Strahlen der Sonne erleuchtet wird, mit dem, welcher blofs die von der Erde reflectir-

ten Strahlen empfängt. Er glaubt nach den Proben, die er in dieser Hinsicht unternommen hat, dafs man mit den vervollkommten Instrumenten, von denen er bald Gebrauch zu machen hofft, wird Unterschiede in dem aschfarbigen Lichte als Folge des mehr oder weniger bewölkten Zustandes der Atmosphäre unseres Erdkörpers nachweisen können. Wie wunderbar es auch im ersten Augenblick erscheinen mag, so ist es doch nicht unmöglich, dafs die Meteorologen dereinst aus dem Ansehen des Mondes schätzbare Angaben entnehmen können über den *mittleren* Zustand der Durchsichtigkeit unseres Luftkreises in den Hemisphären, welche successiv zur Entstehung des aschfarbigen Lichtes beitragen.

Nachdem Hr. A. ferner auf den Nutzen des gesuchten Polarisationsgesetzes für die so wichtigen Beobachtungen der Bedeckungen der Jupiterstrabanten hingedeutet hat, geht derselbe zu einer ausführlichen Auseinandersetzung der Methoden über, welche er zum Gebrauch vorschlägt, um für alle Fälle auf experimentellem Wege zur Kenntnifs der comparativen Intensitäten der ordentlichen und aufserordentlichen Strahlen zu gelangen. Diese Methoden sind durchaus neu; allein es würde unmöglich seyn, ohne Hülfe von Figuren und einiger analytischen Rechnungen eine hinlängliche Idee von ihnen zu geben; wir begnügen uns daher für heute mit der Bemerkung, dafs die von Hrn. Arago erdachten Methoden sich aufser der ihnen eigenen Genauigkeit durch den wahrhaft paradoxen Umstand auszeichnen, dafs die Vergleichung der beiden Bilder geschieht, ohne dafs jemals eine Trennung derselben nöthig ist.

Am Schlusse seiner Vorlesung lehrt Hr. A. die Mittel kennen, deren er sich bedient, um die Lichtproportionen in Bündeln, die unter irgend einem Winkel und von irgend einer Substanz reflectirt sind, zu bestimmen; beispielshalber zeigt er auch, wie man den Polarisationswinkel an den Metallen finden könne.

Berichtigung. S. 82 Z. 4 und S. 83 Z. 20 von oben, und Z. 3 v. u. statt *Sauerstoff* lies: *Chlor*.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1833, ZEHNTES STÜCK.

I. *Ueber das Verhältniſs des specifischen Gewichts der Gasarten zu den chemischen Proportionen;*

von E. Mitscherlich.

Ehe ich die Methode beschreibe, welche ich zur Bestimmung des specifischen Gewichts verschiedener gasförmiger Körper angewandt habe, werde ich kurz die Resultate meiner Versuche anführen. Es war bei diesen Versuchen meine Absicht, mich besonders auf die Bestimmung einfacher Substanzen und der aus ihnen gebildeten Verbindungen zu beschränken, um zu einem allgemeinen Resultat über das Verhältniſs zu kommen, in welchem der Raum, den eine zusammengesetzte Verbindung einnimmt, zu dem Raum steht, welchen die Elemente, woraus sie besteht, einnehmen.

Humboldt's Untersuchung über den Gehalt der atmosphärischen Luft an Sauerstoff und Stickstoff, welche er in Verbindung mit Gay-Lussac so beendigte, daſs man seitdem nichts Neues hinzugefügt hat, hat zu den zwei wichtigen Resultaten geführt, daſs die Luft, woher man sie nehmen möge, Stickstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse enthalte, und daſs sich Wasserstoff und Sauerstoff so mit einander verbinden, daſs 2 Maaſs Wasserstoffgas sich mit

1 Maafs Sauerstoffgas zu Wasser vereinigen. Durch dieses letztere Resultat ist es möglich gewesen, nicht allein die Zusammensetzung des Wassers dem Gewichte nach viel genauer als vorher zu bestimmen, welche Bestimmung wiederum auf die Zusammensetzung vieler anderer chemischer Verbindungen von grofsem Einfluſs war, sondern Gay-Lussac hat, indem er die Entdeckung dieses Gesetzes weiter verfolgte, ein einfaches Verhältnifs dem Maafse nach bei den Verbindungen, welche Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Chlor mit einander eingehen, aufgefunden. Die Verhältnisse, in welchen sich diese Gase verbinden, sind, folgende:

1	Maafs	mit	1	Maafs	
2	-	-	1	-	
2	-	-	3	-	
1	-	-	3	-	
2	-	-	5	-	
2	-	-	7	-	

Das Verhältnifs 2 Maafs mit 7 Maafs kommt nur einmal vor.

An diese Untersuchung schlofs sich zunächst eine zweite an, in welchem Verhältnifs nämlich der Raum, welchen die gebildete Verbindung einnimmt, zu dem Raum steht, welchen die Elemente, woraus sie besteht, einnehmen; nach dem Resultat dieser Untersuchung verbindet sich:

1	Maafs	mit	1	Maafs	zu	2	Maafs
1	-	-	2	-	-	2	-
1	-	-	3	-	-	2	-

Das specifische Gewicht von Verbindungen, in welchen sich 2 Maafs mit 3, mit 5 oder mit 7 verbinden, konnte man damals nicht bestimmen, obgleich zahlreiche Untersuchungen solcher Verbindungen um so wichtiger werden konnten, weil man bei der Entdeckung eines allgemeinen Gesetzes, aus dem specifischen Gewichte zusammengesetzter Verbindungen auf das specifische Gewicht der Elemente schliefsen konnte, wie es z. B. schon aus dem angeführten Resultat möglich war, aus dem specifischen

Gewichte und der Zusammensetzung der Kohlensäure und des Kohlenoxydgases auf das specifische Gewicht des Kohlenstoffs zu schliefsen, und aus dem specifischen Gewicht der Fluorwasserstoffsäure auf das des Fluors.

Wenn man das damals von Berzelius entdeckte und durchgeführte Gesetz von den bestimmten Proportionen mit noch anderen Thatsachen zusammen verglich, und auf beide die von Dalton entdeckte atomistische Theorie anzuwenden versuchte, schien es sehr wahrscheinlich, dafs jede einfache Gasart, bei gleichem Raum eine gleiche Anzahl von Atomen enthielte. Eine Annahme, welche jedoch nur für die einfachen Gasarten gelten konnte, und nicht bei den zusammengesetzten, da z. B. das Stickstoffoxydgas in demselben Raum nur die Hälfte von Atomen enthält, wie die Gasarten woraus es besteht.

Dumas's Bestimmung des specifischen Gewichts des Schwefelgases hat bewiesen, dafs eben so wie bei den zusammengesetzten Gasarten, bei den einfachen bei gleichem Raume die Anzahl der Atome nicht dieselbe sey, sondern dafs das Schwefelgas dreimal mehr Atome wie das Sauerstoffgas bei gleichem Raume enthalte.

Alle bisher angestellten Versuche zeigen aber, dafs bei gleichem Raume die Anzahl der Atome in allen Gasarten in einem einfachen Verhältnisse steht *). Ich habe diese in der zweiten Zahlenreihe aufgeführt, und werde die Gründe für die angenommenen Zahlen gleich nachher anführen. Das berechnete spec. Gewicht, welches in der letzten Reihe der folgenden Tabelle angeführt ist, ist nach diesem Verhältnifs, berechnet.

*) Dieses Gesetz läfst sich auch so ausdrücken: der Raum, welchen eine gasförmige Verbindung von Gasen einnimmt, steht in einem einfachen Verhältnifs zu dem Raum, welchen die Gase vorher einnehmen; einfacher kann man dieses Verhältnifs noch angeben, wenn man sich so ausdrückt: wenn Gase sich verbinden, so erleiden sie, jedes für sich, eine Verdünnung oder eine Verdichtung nach einem sehr einfachen Verhältnifs, und verbinden sich dann ohne Raumveränderung. Nach der ersten Art würde man z. B. sagen:

Von folgenden gasförmigen einfachen Körpern ist das specifische Gewicht bestimmt:

	Beobachtet.		Anzahl d. Atome.	Berechn.
Sauerstoff	= 1,10260	BD.	1	
Wasserstoff	= 0,06880	BD.	1	
Stickstoff	= 0,97600	BD.	1	
Chlor	= 2,47	GT.	1	2,44033
Brom	= 5,54	M.	1	5,393
Jod	= 8,716	D.	1	8,70111
Schwefel	= 6,51—6,617	D.	3	6,65415
	= 6,9	M.		
Phosphor	= 4,420	D.	2	4,32562
	= 4,58	M.		
Arsenik	=10,6	M.	2	10,36536
Quecksilber	= 6,976	D.	½	6,97848
	= 7,03	M.		

Von folgenden Verbindungen dieser Körper unter einander ist das specifische Gewicht bestimmt:

	Beobachtet.		Anzahl d. At.	Berechnet.
Wasser	0,6235	G.	½	0,62010
Stickstoffoxydul	1,5204	Co.	½	1,52730
Stickstoffoxyd	1,0388	Bé.	½	1,03930

7 Maafs eines Gemenges von 1 Maafs Phosphorgas und 6 Maafs Wasserstoff- oder Chlorgas verdichten sich zu 6 Maafs, und 11 Maafs eines Gemenges von 1 Maafs Phosphorgas und 10 Maafs Chlorgas verdichten sich zu 6 Maafs; nach der zweiten: ein Maafs Phosphorgas verbindet sich mit 3 Maafs Wasserstoff- oder Chlorgas, welche bis zur Hälfte verdichtet worden sind, zu 4 Maafs, und 1 Maafs Phosphorgas mit 5 Maafs Chlorgas, welches vorher einen Raum von 10 Maafs einnahm, zu 6 Maafs. Man erhält auf diese Weise dieselben Ausdrücke und Beobachtungen, welche die atomistische Theorie darbiedet. Betrachtungen dieser Art kann man anwenden, um eine Erklärung für verschiedene physikalische Eigenschaften der einfachen und zusammengesetzten Substanzen zu versuchen, und sie werden unstreitig, aber nur wenn sie zu Versuchen leiten, nützlich werden können.

	Beobachtet.	Anzahl d. Atome.		Berechn.
Salpetrige Salpetersäure	1,72	M.	$\frac{1}{6}$	1,59060
Ammoniak	0,5967	BA.	$\frac{1}{2}$	0,59120
Chlorwasserstoff	1,2474	BA.	$\frac{1}{2}$	1,2544
Bromwasserstoff	2,73107	*)	$\frac{1}{2}$	2,73107
Jodwasserstoff	4,44	G.	$\frac{1}{2}$	4,38495
Schweflichte Säure	2,247	B.	$\frac{1}{2}$	2,21162
Schwefelsäure, wasserfr.	3,0	M.	$\frac{1}{2}$	2,76292
Schwefelwasserstoff	1,912	GT.	$\frac{1}{2}$	1,17782
Chlorschwefel	4,70	D.	1	4,658
Phosphorwasserstoff	1,1214	D.	$\frac{1}{2}$	1,1896
	1,100—1,191	R.		
Flüssiger Chlorphosphor	4,8765	D.	$\frac{1}{2}$	4,7414
Fester Chlorphosphor	4,85	M.	$\frac{1}{3}$	4,79
Arsenichte Säure	13,85	M.	1	13,3
Arsenikwasserstoff	2,695	D.	$\frac{1}{2}$	2,69454
Chlorarsenik	6,3006	D.	$\frac{1}{2}$	6,25183
Jodarsenik	16,1	M.	$\frac{1}{2}$	15,64
Quecksilberchlorür (D. M. Calomel)	8,35	M.	$\frac{1}{2}$	8,20
Quecksilberchlorid (Sublimat)	9,8	M.	$\frac{1}{2}$	9,42
Quecksilberbromür	10,14	M.	$\frac{1}{2}$	9,675
Quecksilberbromid	12,16	M.	$\frac{1}{2}$	12,373
Quecksilberjodid	15,6—16,2	M.	$\frac{1}{2}$	15,68
Schwefelquecksilber (Zinnober)	5,51	M.	$\frac{1}{3}$	5,39**)

Aufser von diesen hat man noch das specifische Gewicht mehrerer Verbindungen ermittelt, welche wieder

*) Bromwasserstoff nicht durch directe Wägung, sondern dadurch, dafs man ermittelt hat, dafs 1 Maafs Bromwasserstoff aus $\frac{1}{2}$ Maafs Bromgas und $\frac{1}{2}$ Maafs Wasserstoffgas besteht.

**) BD. bedeutet Berzelius und Dulong, B. Berzelius, Bé. Bérard, BA. Biot und Arago, G. Gay-Lussac, GT. Gay-Lussac und Thénard, C. Colin, R. Rose, D. Dumas, M. Mitscherlich.

aus Verbindungen zusammengesetzt sind, deren specifisches Gewicht sich bestimmen läfst; dahin gehören besonders die Cyanverbindungen; die Aether- und Kohlenwasserstoffverbindungen erwähne ich nicht, da man über die Art, wie man ihre Zusammensetzung anzusehen hat, noch nicht allgemein einig ist.

	Bestimmt.	Berechnet.
Cyan	1,8064 G.	1,81879
Cyanwasserstoff	0,9476 G.	0,94379

Aus dem specifischen Gewichte dieser Substanzen folgt nun, dafs sich verbinden:

Maafs		Maafs		Maafs	
1	Stickstoffgas mit	1	Sauerstoffgas	zu 2	Stickstoffoxydgas
1	Chlorgas -	1	Wasserstoffg.	- 2	Chlorwasserstoffgas
1	Bromgas -	1	-	- 2	Bromwasserstoffgas
1	Jodgas -	1	-	- 2	Jodwasserstoffgas
1	Cyangas -	1	-	- 2	Cyanwasserstoffgas
1	- -	1	Chlorgas	- 2	Chlorcyangas
1	Quecksilbrg. mit	1	Chlorgas	zu 1	Quecksilberchloridgas
1	- -	1	Bromgas	- 1	Quecksilberbromidgas
1	- -	1	Jodgas	- 1	Quecksilberjodidgas
2	Wasserstffg. mit	1	Sauerstoffgas	zu 2	Wassergas
2	Stickstoffgas -	1	-	- 2	Stickstoffoxydulgas
2	Quecksilbrg. -	1	Chlorgas	- 2	Quecksilberchlorürgas
2	- -	1	Bromgas	- 2	Quecksilberbromürgas
2	Sauerstoffgas -	1	Stickstoffgas	- 2	salpetrichtes Salpetersäuregas
1	Stickstoffgas mit	3	Wasserstoffgas	zu 2	Ammoniakgas
1	Arsenikgas mit	3	Sauerstoffgas	zu 1	arsenichter Säure
1	Schwefelgas -	3	Chlorgas	- 1	Chlorschwefelgas
1	Schwefelg. mit	6	Sauerstoffgas	zu 6	schweflichter Säure
1	- -	6	Wasserstoffgas	- 6	Schwefelwasserstoffgas
1	Phosphorg. mit	6	Wasserstoffgas	zu 4	Phosphorwasserstoffgas
1	Arsenikgas -	6	-	- 4	Arsenikwasserstoffgas
1	Phosphorg. -	6	Chlorgas	- 4	Phosphorchlorürgas
1	Arsenikgas -	6	Chlorgas	- 4	Arsenikjodürgas
1	- -	6	Jodgas	- 4	Arsenikjodgas
1	Schwefelg. mit	6	Quecksilbergas	zu 9	Schwefelquecksilbergas
1	Schwefelg. mit	9	Sauerstoffgas	zu 6	Schwefelsäuregas
1	Phosphorg. mit	10	Chlorgas	zu 6	Phosphorchloridgas.

Aus dem Verhältnifs, in welchem der Schwefel sich mit anderen Substanzen verbindet, aus der Krystallform seiner Verbindungen und seiner Wärmecapacität folgt: dafs sich die Anzahl der Atome im Sauerstoffgase, Chlorgase u. s. w. zu der im Schwefelgase wie 1 : 3, zu der in der gasförmigen schwefllichten und Schwefelsäure, zu der des Schwefelwasserstoffgases, und zu der des Chlorschwefelgases wie 1 : 2 verhält. Nimmt man dagegen in allen einfachen Gasarten bei gleichen Maafsen gleiche Anzahl Atome an, so würde sich die Anzahl Atome im Sauerstoffgase, Chlorgase u. s. w. zu der in der gasförmigen schwefllichten Säure und Schwefelsäure, zu der im Schwefelwasserstoffgase, und zu der im Chlorschwefel wie 1 : 6, und zu der im Schwefelquecksilber wie 1 : 9 verhalten. Da diese Verhältnisse bei den übrigen Verbindungen nicht vorkommen, und zu complicirt sind, um im Mindesten wahrscheinlich zu seyn, so stimmt also der Schlufs, welchen man aus dem specifischen Gewichte der gasförmigen Schwefelverbindungen auf die Anzahl der Atome im Schwefelgase machen kann, vollkommen mit dem, was man aus dem Verhältnisse, wonach die Schwefelverbindungen zusammengesetzt sind, aus ihrer Krystallform und der Wärmecapacität schliefsen kann, überein. — Weder aus dem Verhältnifs, wonach die Phosphor- und Arsenikverbindungen zusammengesetzt sind, noch aus ihrer Eigenschaft, noch aus ihrer Form kann man bestimmen, ob das Phosphorgas eben so viel oder doppelt so viel Atome als das Sauerstoffgas, Chlorgas u. s. w. bei gleichen Maafsen enthält, nur die Wärmecapacität spricht für die doppelte Anzahl. Nimmt man diese an, so verhält sich die Anzahl der Atome im Sauerstoffgase u. s. w. zu der im Phosphor- und Arsenikwasserstoffgase, und zu der im Phosphorchlorür-, Arsenikchlorür und Arsenikjodürgase, wie 2 : 1, also wie zu der im Ammoniak; zu der in der arsenichten Säure wie 1 : 1 und zu der im Phosphorchlorid wie 3 : 1. Bei gleicher Anzahl ist das erste Verhältnifs wie 4 : 1, das zweite wie 2 : 1, das dritte wie 6 : 1;

welche Verhältnisse allerdings nicht so einfach sind wie die ersteren, aber doch nicht so zusammengesetzt, dafs sie als entscheidend für die doppelte Anzahl betrachtet werden könnten.

Da die selenichte Säure und schweflichte Säure gleiche Atome enthalten, aber Verbindungen eingehen, welche sehr von einander verschieden sind, so war es nicht ohne Interesse zu untersuchen, ob das specifische Gewicht der beiden Säuren im gasförmigen Zustande nicht ein abweichendes Verhältnifs zeigte; ich fand das specifische Gewicht der gasförmigen selenichten Säure zu 4,0, woraus folgt, dafs ein Maafs selenichter Säure wie die schweflichte Säure ein Maafs Sauerstoff enthält; nach diesem Verhältnifs berechnet erhält man nämlich 3,85.

Da bei allen den Metallen, in denen man die relative Anzahl der Atome mit Sicherheit kennt, kein Metalloxyd vorkömmt, in welchem vier Atome Metall mit einem Atom Sauerstoff verbunden sind, und die Metalloxyde, in welchen zwei Atome Metall mit einem Atom Sauerstoff schon die Eigenschaften der Suboxyde besitzen, so ist es sehr wahrscheinlich, dafs im Quecksilberoxydul gleichfalls dieses Verhältnifs stattfinde, und dafs im Quecksilbergase, da das Quecksilberoxydul aus 4 Maafs Sauerstoffgas und einem Maafs Quecksilbergas besteht, nur halb so viel Atome als im Sauerstoffgase bei gleichem Maafse enthalten sind, wofür gleichfalls die Wärmecapacität spricht.

Eine andere wichtige Frage ist, ob man nicht aus dem specifischen Gewichte von mehreren chemischen Verbindungen auf die Anzahl Atome, welche darin enthalten ist, schliefsen kann? Die Verbindungen des Zinns und Titans mit dem Chlor, und die des Antimons mit dem Chlor, und die des Kiesels und Bors mit dem Chlor und Bor lassen solche Beobachtungen zu.

Das specifische Gewicht des Chlorzinngases beträgt, nach Dumas, 9,1997 (berechnet 8,934), das des Chlor-

titangases 6,836 (berechnet 6,555); aus der Zusammensetzung beider Verbindungen folgt, dafs in einem Maafs dieser Gasarten zwei Maafs Chlor enthalten sind. Ist mit 2 At. Chlor 1 At. Titan oder Zinn verbunden, so ist das Verhältnifs der Anzahl der Atome im Sauerstoffgase zu der Anzahl der Atome in diesen Verbindungen wie 1 : 1; ist mit 4 Atomen Chlor ein Atom Titan oder Zinn verbunden, so ist das Verhältnifs wie 2 : 1. Da für das letztere Verhältnifs insbesondere die Krystallform, unter anderen die des Titaneisens, spricht, und beide Verhältnisse so einfach sind, dafs das eine wie das andere stattfinden kann, so läfst sich aus dem specifischen Gewicht des Chlorzinns und Chlortitans nichts entscheiden.

Das specifische Gewicht des Antimonchlorürgases habe ich zu 7,8 gefunden, berechnet beträgt es 7,32. Aus der Zusammensetzung dieser Verbindung folgt, dafs ein Maafs derselben $1\frac{1}{2}$ Maafs Chlorgas enthält; also eben so viel Chlorgas wie ein Maafs Phosphorchlorür und Arsenikchlorür. Das specifische Gewicht dieser Verbindung zeigt also dieselbe Uebereinstimmung zwischen Phosphor, Arsenik und Antimon, welche man schon bei ihren übrigen Verbindungen kennt.

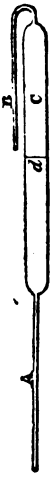
Das spec. Gew. des Chlorbors beträgt nach Dumas's Untersuchung 3,942 (berechnet 4,035), das des Fluorbors 2,312 (berechnet 2,308); aus der Zusammensetzung folgt, dafs ein Maafs Chlorbor $1\frac{1}{2}$ Maafs Chlor, und wenn im Fluor- und Chlorgase gleiche Atome enthalten sind, ein Maafs Fluorbor $1\frac{1}{2}$ Maafs Fluor und gleiche Mengen Bor enthält, dafs also auch das Bor mit dem Phosphor, Arsenik und Antimonoxyd zusammenzustellen ist, wofür insbesondere die grofse Aehnlichkeit spricht, welche arsenichte Säure, Antimonoxyd und Borsäure in ihren Verbindungen, z. B. in den weinsauren, zeigen.

Das specifische Gewicht des Chlorkieselgases hat Dumas zu 3,600 gefunden, berechnet beträgt es 3,598; aus der Zusammensetzung folgt, dafs in einem Maafs 2

Chlor enthalten sind. Sind darin 1 Atom Kiesel mit 6 Atomen Chlor verbunden, so ist das Verhältnifs der Anzahl der Atome im Sauerstoffgase zu der dieser Verbindungen wie 3 : 1, sind darin 4 Atome Chlor enthalten wie 2 : 1. Aus dem Verhältnifs, in welchem sich die Kieselsäure mit anderen Substanzen verbindet, ist es am wahrscheinlichsten, dafs sie 3 Atome Sauerstoff enthält, und dafs die ihr entsprechende Verbindung des Chlors mit dem Kiesel 6 Atome Chlor enthält; das specifische Gewicht kann bei den angeführten Verhältnissen, wovon das eine eben so einfach als das andere ist, nichts entscheiden.

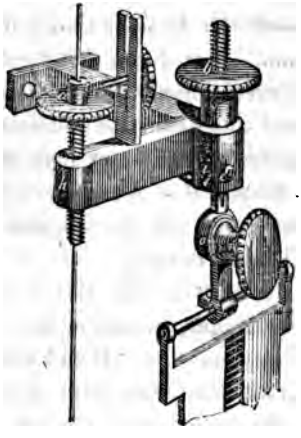
Ueber den Gebrauch des Lufttthermometers.

Zur Bestimmung der Temperatur unter 270° habe ich das Quecksilberthermometer angewandt; von 270° bis 700° habe ich mich der Ausdehnung der Luft bedient, und dazu das Lufttthermometer mit einigen Vorrichtungen versehen, durch welche die Temperatur der Luft eben so genau wie vermittelst eines gewöhnlichen Quecksilberthermometers bestimmt werden kann.



Man wendet dazu ein Glasrohr *C* von 1 Fufs Länge und $\frac{7}{8}$ Zoll Durchmesser an, und von so dickem Glase, dafs es 75 Gr. wiegt; in dieses Rohr geht ungefähr 1500 Gr. Quecksilber hinein. An beide Enden des Rohrs schmilzt man zwei weite Thermometerröhren *A* und *B* an, von gleicher Länge, und zwar von ungefähr 8 Z.; in ein Thermometerrohr von dieser Länge gehen 2 Gr. Quecksilber hinein, so dafs sich also der Inhalt des engen Rohrs zu dem des weiten wie 1 : 750 verhält. Die Enden der Thermometerröhren zieht man aus, wobei man den Kanal etwas ausblasen kann. Das Rohr theilt man nun dem Inhalte nach in zwei gleiche Theile, die Mitte bezeichnet man mit einem durch Flufsspathsäure eingeätzten Strich, welcher rund um das Rohr herumgeht. Diese Eintheilung in zwei Hälften geschieht mit Quecksilber, wovon man so viel mit einer Handpumpe in das Rohr hineinzieht, bis etwas mehr als die Hälfte des Rohrs damit gefüllt ist, man kann dadurch, dafs man das Rohr umkehrt, allmälig so viel Quecksilber heraustreten lassen, bis die Oberfläche des Quecksilbers, wenn man das Rohr senkrecht stellt, beim Umkehren genau auf demselben Punkt steht. Um das Rohr bequem in den Apparat, dessen Temperatur es bestimmen soll, hineinlegen zu können, biegt man das eine enge Rohr *B* um. Man füllt es mit trockner Luft, indem man das Ende *B* mit einem Rohr mit Chlor-

calcium und das Ende *A* mit einer Handpumpe verbindet, und zieht eine Zeit lang ganz langsam die trockne Luft hindurch, das Ende *B* schmilzt man ganz nahe an seiner Spitze, während es noch am Chlorcalciumrohre sitzt, mit einem Löthrohr zu. Wenn nun dieses Rohr in dem Apparat, welchen ich gleich beschreiben werde, die Temperatur, welche man bestimmen will, erreicht hat, so schmilzt man die Spitze des Rohrs *A* gleichfalls mit einem Löthrohr zu, und bestimmt sogleich den Barometerstand. Die Spitze *A* bricht man unter Quecksilber in dem Gefäfs *A* ab, welches ohne Schwierigkeit geschieht, wenn die Spitze etwas ausgezogen war. Das Rohr hängt man alsdann perpendiculär in einem Apparat auf, dessen unterer Theil aus einem Brette *l* besteht, worin in der Mitte ein Loch ist, welches zur Seite aufgeschnitten ist, oben bindet man es mit einem Bindfaden fest; die dünnen Stäbe, welche die Bretter *ll* verbinden, und der Stab *f* bestehen aus Eisendraht. Der Stab *f* geht durch die Schraube *h* frei hindurch, so dafs man ihn schnell hoch und niedrig stellen kann; frei über dem Stab ist gleichfalls die dicke Hülse *a*, durch deren Wand die Schraube *c* geht, so dafs, wenn diese angezogen wird, der Stab darin befestigt werden kann; die genauere Einstellung macht man alsdann mit der Schraube *h*, durch welche man die Hülse *a*, die frei auf dem Kopf dieser Schraube ruht, hoch und niedrig stellen kann, ohne dafs sie sich herumdreht. Vermittelst dieser Vorrichtung stellt man das Rohr so hoch, dafs das hineingetretene Quecksilber genau bis zum Strich geht, welches stattfindet, wenn der Strich die Oberfläche des Quecksilbers schneidet. Die Höhe des Quecksilbers bestimmt man mit einem Maafsstabe, welcher sich in eine Spitze *e* endigt. Der Maafsstab hängt in zwei Charnieren,



welche zwei gegen einander perpendiculäre Bewegungen zulassen, so dafs er durch seine Schwere sich perpendiculär stellt; beim Charnier *o* ist eine Schraube angebracht, welche, wenn man ihn weglegen will, losgeschraubt wird. Von diesem Charnier geht eine Stange, welche oben eine Schraube hat, durch die Hülse *i*; diese Stange hat eine Rinne, in welche ein in der Hülse befestigter Stift *e* hineingeht, so dafs man vermittelst des Schraubenkopfes *b*, worin eine Schraubenmutter sich befindet, und welcher auf der Hülse *i* frei aufliegt, den Maafsstab hoch und niedrig stellen kann, ohne dafs er sich mit herumdreht. Der Maafsstab ist mit einem Nonius *c* versehen, welcher mit einer Schraube eingestellt wird; um mit dem Maafsstab noch bis unten an die Oberfläche des Quecksilbers kommen zu können, hat der Nonius mit einem sehr dünnen, in einem rechten Winkel gebogenen Ansatz versehen werden müssen, dessen untere scharfe Kante in dieser Zeichnung bei *d* steht. Die Spitze *e* ist mit Stellschrauben versehen, so dafs sie gerade so gestellt ist, dafs wenn sie und die scharfe Kante des Ansatzes das Quecksilber berührt, der Nonius 90 Millimeter zeigt. Am Maafsstabe kann man $\frac{1}{20}$ Millimeter direct ablesen und $\frac{1}{100}$ Millimeter abschätzen. Mit dem Ablesen der Höhe wartet man, bis die einzelnen Theile des Apparats eine gleichmäfsige Temperatur erreicht haben, welches, da der Apparat *B* beim Hineinhängen durch die warme Hand leicht eine höhere Temperatur erhalten hat, sehr zu berücksichtigen ist; und bestimmt dann zugleich die Temperatur des Apparates und den Barometerstand.

Am besten hängt man das Barometer daneben auf, damit die Quecksilbersäule und der Maafsstab desselben auch die Temperatur des Apparats annimmt. Bei dieser Art Beobachtung hat man also keine Correctionen für die Temperatur der Quecksilbersäule und des Maafsstabes zu machen. Jede Parallaxe beim Ablesen vermeidet man dadurch, dafs man die scharfe Kante des Ansatzes, die Quecksilberoberfläche und den rund um das Glasrohr herumgehenden Strich in eine Ebene bringt.

Die Ausdehnung, welche die Luft in der Röhre erlitten hat, findet man aus dem Raum, welchen die im Rohr zurückgebliebene Luft bei demselben Druck einnimmt, bei welchem man die Erwärmung anstellte; durch den Versuch findet man, dafs die zurückgebliebene Luft die Hälfte vom Inhalt des Thermometers einnimmt, und dafs diese Hälfte unter einem Druck einer Quecksilberhöhe sich befindet, welcher um die gemessene Höhe geringer ist, als der Barometerstand. Der Barometerstand betrug zum Beispiel 762^{mm},00 die Höhe der Quecksilbersäule im Rohr 242 Millimeter, so ist die Luft durch die erhöhte Temperatur um $\frac{762}{762{,}00 - 242{,}00} \cdot 2 = 2{,}9308$ ausgedehnt worden. Will man nun, wie es für diese Versuche nothwendig ist, bestimmen, um wie viel die Luft von 0° sich durch die erhöhte Temperatur ausgedehnt hat, so mufs man die Ausdehnung, welche durch die Temperatur, wobei der Versuch angestellt, entsteht, noch in Rechnung bringen; und da diese Ausdehnung im Glase stattfindet, das Glas also mit ausgedehnt wird, welches $\frac{1}{3870}$ beträgt, so mufs man für jeden Grad nicht 0,00375, sondern 0,00372 in Rechnung bringen. War die Temperatur also 15°, so beträgt die Ausdehnung der Luft von 0° an $2{,}9308 \cdot (1 + 15 \cdot 0{,}00372) = 3{,}09433$. War der Barometerstand bei dieser Bestimmung von dem beim Zublasen des Rohrs verschieden, so mufs man diesen auch noch in Rechnung bringen, was man jedoch leicht da-

durch vermeidet, dafs man sogleich nach dem Erkalten des Apparats die Bestimmung der Ausdehnung der Luft vornimmt.

Nach diesem Versuch verhält sich also der Raum, welchen die atmosphärische Luft beim Zuschmelzen einnahm, zu dem, welchen sie bis bei 0° einnahm, wie 3,09433 : 1; oder das Gewicht der Luft, welche in dem Gefäfs beim Zuschmelzen enthalten war, verhält sich zu dem Gewicht der Luft, welche bei 0° darin enthalten war, wie 1 : 3,0943 *).

Da die Ausdehnung des Glases für jeden Grad von 0° bis 100° 0,002548 und von 0° bis 300° 0,000030325 beträgt, so kann man sie von 0° bis 600° ohne bedeutenden Fehler zu 0,00003479 annehmen; aus der Ausdehnung der Luft findet man also, dafs die Temper. 564° $\left(=\frac{3{,}0944-1}{0{,}00375-0{,}00003497}\right)$ betrug.

Nachdem man auch die andere Spitze abgebrochen hat, läfst man das Quecksilber aus der Röhre herauslaufen, reinigt dieselbe vollständig davon mit Salpetersäure und füllt sie, wie ich angeführt habe, wieder mit trockner Luft. Man kann ein solches Rohr zu sehr vielen Versuchen anwenden; am Ende jedes Versuchs kann man sich überzeugen, ob auch der Strich noch genau den Mittelpunkt zeigt, sollte dieses nicht mehr der Fall seyn, so bestimmt man, indem man das Quecksilber abwägt, welches in die gröfsere Abtheilung mehr hineingeht als in die kleinere, das Verhältnifs des Theils des Rohrs,

*) Die angeführte Berechnung kann man zu folgender Formel zusammenstellen:

$$\frac{a}{b}=2\cdot\frac{p}{p-d}\cdot(1+0{,}00372\,t)\cdot\frac{p''}{p'}$$

a = das Gewicht der Luft, welche bei 0° in das Rohr hineingeht, b Gewicht der Luft, womit beim Zublasen das heifse Rohr gefüllt war, d Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer p = beobachteter Barometerstand und p' corrigirter Barometerstand bei der Bestimmung der Quecksilberhöhe im Rohre, p'' corrigirte Barometerhöhe beim Zuschmelzen des Rohres.

welcher mit Luft gefüllt ist, zu dem Inhalt des ganzen Rohrs.

Bestimmung des Gewichts der erhitzten Gasart.

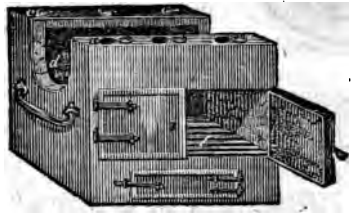
Um einen bestimmten Raum mit dem erhitzten gasförmigen Körper zu füllen, habe ich mich der Methode bedient, welche Dumas zuerst mit so glücklichem Erfolge angewandt, und die ihn zu so vielen schönen Resultaten geführt hat. Er brachte nämlich, wie bekannt ist, in einen Kolben die flüchtige Substanz in einem solchen Ueberschufs hinein, dafs sie in Gasform ungefähr einen viel gröfseren Raum einnahm, als der Inhalt des Kolbens betrug, zog den Hals des Kolbens in eine Spitze aus, erhitzte den Kolben in einem Bade von einem leichtflüssigen Metallgemenge und schmolz die Spitze zu, wenn der Kolben bis über den Kochpunkt der Substanz erhitzt war.

Da bei mehreren Körpern, deren specifisches Gewicht ich bestimmte, der hohe Kochpunkt derselben die Anwendung des Metallbades, welches die Röhren zusammendrücken würde, unmöglich macht, so wie überhaupt das Metallbad jenseits 300° nicht bequem mehr anwendbar ist, so will ich die besonderen Methoden, welche ich angewandt habe, anführen, und zwar zuerst die Methode, welche ich bei einer Temperatur von über 300°, dann die, welche ich von 100° bis 300°, und zuletzt die, welche ich bei 100° angewandt habe.

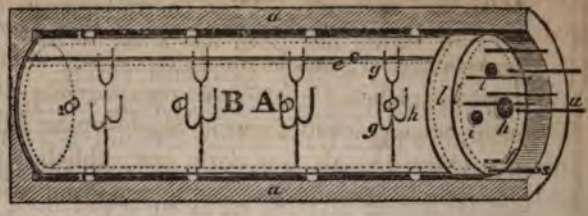
Bei den Substanzen, welche zu diesen Bestimmungen bis zur Rothglühhitze erhitzt werden mufsten, habe ich ein Rohr, genau von derselben Gröfse wie das Luftthermometer, angewandt. Das Rohr wurde zuerst vollständig trocken gemacht, indem das Ende *C* mit einem Rohr mit Chlorcalcium und das Ende *A* mit einer Handpumpe verbunden wurde, und eine Zeit lang trockne Luft durch-

durchgezogen wurde. War es vollkommen trokken, so wurde das Rohr bei *e* abgeblasen, und die Substanz, welche gleichfalls vorher erwärmt und wasserfrei gemacht wurde, hineingeschüttet, und zwar in solchem Ueberschufs; dafs ungefähr 30 Mal mehr hineingeschüttet wurde, als davon am Schlufs der Operation als Gas darin zurückblieb.

Das Rohr und das Lufthermometer wurden nun in einem Apparat neben einander gestellt, in welchem beide so genau als möglich dieselbe Temperatur erhielten. Dieses erreicht man dadurch, dafs man einen eisernen Cylinder, welchen man an dem



einen Ende mit einem dicken Boden versieht, in einem Zugofen, dessen Temperatur man durch Schiefer und eingelegte Steine so reguliren kann, dafs der Cylinder zu gleicher Zeit an allen Stellen gleich stark roth glüht; die Wände des Cylinders müssen wenigstens einen Zoll dick seyn. In diesen Cylinder stellt man den Apparat, worin die Röhren sich befinden; dieser besteht aus zwei vorn und hinten geschlossenen Cylindern, wovon der eine im andern steckt; in der Wand des äufseren Cylinders *A* sind an mehreren Stellen kupferne Stäbe angebracht, welche jede Berührung des äufseren Cylinders mit dem eisernen und mit dem inneren verhindern, so dafs die Luft, welche sich dazwischen befindet, rund herum und hinten und vorne frei circuliren kann. In dem einen Cylinder sind



vier Stangen angebracht, woran gebogene Haken gh befestigt sind, auf diese legt man neben einander das Lufthermometer und das Glasrohr mit der Substanz, verschliefst die obere Oeffnung des inneren Cylinders mit dem Deckel e und die vordere mit dem Deckel l, in welchen Oeffnungen für die Enden A der Glasröhren befindlich sind. Der innere Cylinder B wird alsdann in den äufseren A gesteckt, und dieser mit seinen Deckeln c und l gleichfalls verschlossen; die Oeffnung h ist wegen des Endes A des Rohres B etwas gröfser als die Oeffnung i, welche nur so grofs ist als das Ende A des Lufthermometers. Um aber den Luftzug abzuhalten kann man sie mit einem Schieber verkleinern; der Deckel l ist noch mit einigen kupfernen Stäben zum Auflegen von Kohlen versehen.

Wenn der eiserne Cylinder gleichmäfsig schwach roth glüht setzt man den Apparat hinein; unter der Stange s befestigt man ein Netz, worauf man, so wie auf den Stangen a, glühende Kohlen legt, so dafs das Glasrohr bis o damit umgeben ist. Wenn die Substanz sich zu verflüchtigen anfängt, so entweicht zuerst der gröfste Theil der atmosphärischen Luft, welche späterhin von dem sich entwickelnden Dampfe fast ganz vollständig ausgetrieben wird. In dem Ende A, welches man kalt halten kann, werden die Dämpfe verdichtet, und zwar vollständig, dafs man z. B. bei der Bestimmung des specifischen Gewichts

des Arsenikdampfs keinen Geruch nach Arsenik im Laboratorium bemerkt. Hat die Entwickelung der Dämpfe aufgehört, welches man leicht beobachten kann, so schmilzt man rasch und zu gleicher Zeit das Luftthermometer und das Glasrohr zu, und zwar bei *o*. Man nimmt alsdann die auf dem Netze liegenden Kohlen fort, und zieht mit einem Haken, welchen man in das Loch der Stange *s* steckt, den Apparat aus dem Ofen, indem man ein Eisenblech darunter hält, worauf man ihn erkalten läfst.

Sehr leicht gelingt es bei den Substanzen, welche bei einer hohen Temperatur flüchtig sind, den ganzen Inhalt des Rohrs in dem vorderen Ende bei *o* nach dem Zuschmelzen zu verdichten; wenn man nämlich die Kohlen weggenommen hat, so wird das Gas in diesem Theil des Rohrs sogleich verdichtet, und aus dem heifsen Rohre strömt neues Gas hinein, welches gleichfalls sogleich verdichtet wird. Man kann die Spitze *t* mit Wasser kalt machen, und auf diese Weise, während inwendig über 500° ist, alles Gas darin condensiren. Wenn man also die Quantität der Luft, gie in dem Gefäfs zurückbleibt, welche, wie ich gleich anführen werde, höchstens 1 bis $1\frac{1}{2}$ Procent beträgt, unberücksichtigt läfst, so ist, wenn man diese Spitze abbricht, sie wiegt, glüht und wieder wiegt, das was sie vor dem Glühen mehr wiegt als nach dem Glühen, das Gewicht des im Rohr vorher enthaltenen Gases.

Dadurch, dafs das Luftthermometer und das Glasrohr von gleicher Gröfse und gleicher Dicke sind, dafs beide neben einander liegen, und durch die erwärmende Luft, welche frei circuliren kann, erhitzt werden, und diese Luft ihre Temperatur durch den inneren kupfernen Kasten erhält, welche wiederum durch circulirende Luft erwärmt, und dafs derselbe Fall beim äufseren Cylinder *A* eintritt, wofür die Luft durch den grofsen eisernen Cylinder, welcher ein Wärmereservoir ist, erwärmt wird, so haben beide Glasröhren eine so gleiche Temperatur,

dafs wenn man zwei Lufttthermometer anwendet, beide genau dieselbe Temperatur zeigen. Man kann auf den Haken *g* (S. 161) ein solches zweites Thermometer stellen; ich habe es aber gewöhnlich für unnöthig gehalten.

Durch das Lufttthermometer findet man auch, wie ich schon angeführt habe, in welchem Verhältnifs das Gewicht der Luft, welche bei 0° in dem Lufttthermometer enthalten ist, zu der steht, welche beim Zuschmelzen darin enthalten war. Um den Druck, unter welchen es sich befand, berechnen zu können, mufs man gleich beim Zuschmelzen das Barometer beobachten.

Das sorgfältig gereinigte Glasrohr wird nun mit seinem Inhalt gewogen, und zugleich die Temperatur der Waage und der Barometerstand bestimmt. Die ausgezogene Spitze *e* wird dann unter Wasser, welches vorher sorgfältig ausgekocht worden ist, vorsichtig abgebrochen; gewöhnlich ist ein wenig atmosphärische Luft, $\frac{1}{3}$ Proc. vom Inhalt des Rohrs, darin zurückgeblieben, diese bestimmt man, indem man das Rohr mit dem hereingetretenen Wasser wiegt, und nachher, indem man die Luft austreibt, es ganz mit Wasser füllt und die dadurch entstandene Gewichtszunahme bestimmt. Das Rohr ganz mit Wasser gefüllt und mit der abgebrochenen Spitze wird gewogen, das Wasser läfst man aus dem Rohr herausfliefsen, reinigt es von der Substanz, trocknet es vollständig aus, füllt es mit trockner Luft und bestimmt das Gewicht des Rohrs und der abgebrochenen Stücke.

Ich will die Bestimmung des specifischen Gewichts des Arseniks als ein Beispiel anführen, wie man aus der angegebenen Bestimmung das specifische Gewicht berechnen kann.

Corrigirte*) Barometerhöhe beim Zuschmelzen 754^{mm},50.

*) Die Quecksilbersäule und der Maafsstab ist nämlich auf 0° berechnet, und der Stand meines Barometers mit dem Normalbarometer des Hrn. Prof. Poggendorff verglichen worden.

Gewicht des Rohrs mit dem Arsenik 55,417 Grm. bei 754mm,50 corr. Bar. und 9° T.

Das Rohr ganz gefüllt mit Wasser 164,7 Grm.; Temp. des Wassers 12°.

Das Wasser, welches die Stelle der zurückgebliebenen Luft einnahm, betrug 0,4 Grm. (12°) =0,4 Cubik-Centimeter.

Das Rohr gefüllt mit trockner Luft wog 55,1065 Grm. Um den Inhalt des Rohrs zu bestimmen, mufs man das Gewicht des mit trockner Luft gefüllten Rohrs von dem des mit Wasser gefüllten Rohrs abziehen, und zu der erhaltenen Zahl das Gewicht der im Rohr enthaltenen Luft, dessen Gewicht man zu viel angezogen hat, hinzu addiren:

Rohr mit Wasser	164,70
Rohr mit Luft	55,11
	109,59
Die Luft	0,14
	109,73.

Hiervon mufs man noch abziehen, was das im Rohr zurückgebliebene Arsenik, dessen specifisches Gewicht 5,96 beträgt, mehr wiegt als das Wasser, dessen Raum es einnimmt, nämlich 0,35. Das Wasser, welches bei $7\frac{1}{2}$° in das Rohr hineingeht, beträgt folglich:

109,38;

nun verhält sich das Gewicht des Wassers von 4°,1 zum Gewicht der Luft bei 0° und 760mm Bar. wie 1 : 769,8.

Um aus dem Gewichte des Wassers das Gewicht der Luft zu finden, müfste die Ausdehnung des Wassers in Rechnung gebracht werden, da aber die Ausdehnung des Glases von 4°,1 bis 12° gleichfalls in Rechnung gebracht werden mufs, so werden die angeführten Zahlen dadurch nicht verändert; ist die Temperatur des Wassers über 12°, so ist diese Correction zu berücksichtigen.

Die Luft folglich, welche bei 0° und 760mm Bar.

in das Gefäfs hineingeht, beträgt $\frac{109{,}73}{769{,}8}$ Grm. = 0,1425 Grm. Das Rohr war bei 754^{mm},50 B. zugeschmolzen worden; die Luft, welche bei diesem Barometerstand hinein geht, beträgt also $\frac{754{,}50 \cdot 0{,}1425}{760}$ Grm. = 0,1416 Grm.

Vermittelst des Lufthermometers wurde gefunden, dafs das Gewicht der Luft, welche beim Zuschmelzen in das Glasrohr hineingeht, sich zu dem Gewicht der Luft, welche bei 0° und bei demselben Druck, welcher beim Zuschmelzen stattfand, in das Rohr hineingeht, wie 1 zu 3,355 verhält. Folglich wiegt die Luft, welche bei der angewandten erhöhten Temperatur in das Glasrohr hineinging, $\frac{0{,}1416}{3{,}355}$ Grm. = 0,0422 Grm.

Das Rohr mit Arsenik wurde bei 0° und 754^{mm},5 corr. Bar. in der Luft gewogen; wenn man das Gewicht der darin enthaltenen Substanz bestimmen will, so mufs man das Gewicht des mit Luft gefüllten Rohrs abziehen, und das Gewicht der Luft, welche das Rohr bei der Temperatur und dem Druck, als es mit der Substanz gewogen wurde, füllte, hinzufügen. Wir haben schon berechnet, dafs bei 754^{mm},5 B. und 0° dieses 0,1416 Grm. beträgt, folglich bei 9° $\frac{0{,}1416}{1+0{,}00372 \cdot 9}$ = 0,1370 Grm. Das Arsenik, welches in dem Rohr beim Zuschmelzen enthalten war, beträgt also: 55,417 − 55,1065 + 0,1370 = 0,4475.

Da das Gewicht der Luft, welche bei der Temperatur, wobei das Rohr geschmolzen wurde, in das Rohr hineingeht, 0,0422 beträgt, so ist:

0,0422 : 0,4475 :: 1 : 10,6.

Da aber etwas Luft in dem Glasrohr zurückgeblieben war, so ist dieses specifische Gewicht das specifische Gewicht eines Gasgemenges von dem Arsenikgase und etwas atmosphärischer Luft. Das Wasser, welches die Stelle der zurückgebliebenen Luft einnahm, betrug

0,4, folglich nahm diese Luft $\frac{0,40}{109,39}=0,37$ Procent vom Inhalt des Rohrs bei 12° oder 0,35 Proc. bei 0° ein, welches bei der Temperatur, wobei das Glasrohr zugeschmolzen wurde, 1,17 Proc. (=0,35 . 3,355) vom Inhalt des Rohrs beträgt; bringt man diese Luft in Rechnung, so beträgt das specifische Gewicht der arsenichten Säure:

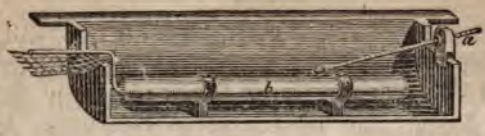
$$\frac{(10,6 \cdot 100)-1,17}{98,83}=10,71.$$

Nach einem zweiten Versuch betrug das specifische Gewicht des Arsenikgases 10,60.

Wenn die Substanzen schon bei einer Temperatur unter 300° eine genaue Bestimmung zuliefsen, so habe ich mich zuerst des Metallbades bedient, statt dessen ich später häufig mit vielem Vortheil ein Bad von Chlorzinkauflösung habe anwenden können. Bei einer Temperatur über 110° verdient eine Zinkauflösung als Bad vor allen anderen Flüssigkeiten den Vorzug. Hr. Hofrath Soltmann hat mich zuerst auf die Anwendung derselben aufmerksam gemacht. Bei steigender Temperatur, welche man bis zur Verflüchtigung des Chlorzinks, die erst bei der Rothglühhitze stattfindet, erhöhen kann, wird diese Auflösung nie fest; die Temperatur steigt viel langsamer wie im Metallbade, da zur Erhöhung der Temperatur die Verflüchtigung einer bestimmten Menge Wassers nöthig ist, man kann daher die Operation sicherer leiten. Aufserdem hat sie ein viel geringeres specifisches Gewicht als die Metalle, so dafs man die Apparate bequemer darin befestigen kann.

Für das Metallbad wurde ein Gefäfs von Gufseisen von 17 Zoll Länge, 6 Zoll Breite und 6 Zoll Höhe, dessen Form man leicht aus der Figur erkennt, in den Ofen (S. 161) gestellt, an beiden Enden hatte es einen Einschnitt; in diesem Gefäfs sind zwei kurze Stangen angebracht, und auf letzteren zwei breite Ringe befestigt, oben ist der Ring offen, und der eine Theil mit einem

Charnier befestigt, um das Glasrohr *b* bequem einlegen zu können,

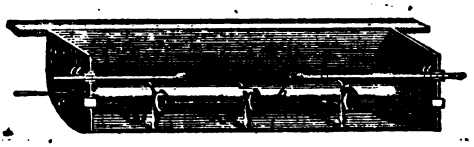


mit dünnen Eisen-Draht werden die beiden Hälften des Ringes fest zugebunden, so dafs das Rohr sehr gut befestigt werden kann. Das Ende *c* des Rohrs wird umgebogen, und vorn ein Metallnetz zum Auflegen von Kohlen darunter gelegt. Das Thermometer *a* wird durch eine Vorrichtung gleichfalls gut befestigt. Das flüssige Metallgemenge, welches aus 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn besteht, gieſst man ganz allmälig in das erwärmte Gefäfs hinein, und steigert die Temperatur langsam; um im Bade allenthalben dieselbe Temperatur zu haben, setzt man das flüssige Metall fortdauernd mit einem ausgeschnittenen Eisenblech in Bewegung *).

Unten in der hinteren Wand des gufseisernen Gefäfses ist ein Loch eingebohrt, um das Metall, wenn man die Operation beschliefsen will, abfliefsen zu lassen. Das Glasrohr kann man fast ganz mit einem Pinsel vom Metall, während es noch flüssig ist, reinigen; man wickelt es nachher in Löschpapier ein, welches man mit starker Salpetersäure tränkt; nachdem die Salpetersäure eine Zeit lang eingewirkt hat, kann man es vollständig mit Wasser reinigen.

Zum Wasserbade, zu einem Bade von Kochsalz oder Chlorzinkauflösung wird ein ähnliches kupfernes Gefäfs angewandt. Da man bis 200° Korke anwenden kann, so sind die hinteren und vorderen Wände mit Löchern versehen, um die Thermometer *aa* durchzustecken, das

*) Das weitere Verfahren bei dem Versuche selbst ist übrigens ganz dasselbe wie bei dem Luftbade.



lange enge Rohr, welches an das weite Rohr *b* angeschmolzen ist, läfst man gleichfalls durch den Kork *c* hindurchgehen. Bei der Chlorzinkauflösung mufs man, um die Flüssigkeit zu bewegen, ein ausgeschnittenes Kupferblech anwenden. Das weitere Verfahren ist ganz so wie bei dem schon angeführten Versuch.

Bestimmung des specifischen Gewichts verschiedener gasförmiger Substanzen.

Brom.

Corrig. Barometerhöhe beim Zuschmelzen	753^{mm},80	
Temperatur des kochenden Wassers bei	753^{mm},8=99° $\frac{3}{4}$	
Das Rohr mit dem Brom wog bei 752^{mm},6 corr. B. und 15 $\frac{1}{2}$° T.	74,89	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	73,679	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 12°	381,95	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	6,9	Cubikcent.

Specifisches Gewicht 5,54.

Das Bromgas fing erst an sich zu entwickeln, wie die Temperatur des Wassers bis auf 62° gestiegen war.

Schwefel.

Corrig. Barometerhöhe beim Zuschmelzen	762^{mm},80	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 764^{mm},8 B. und 18 $\frac{1}{2}$° T.	195^{mm},5	
Das Gewicht der erhitzten Luft verhält sich folglich zu dem der Luft von 0° wie	1 : 2,870	
Das Rohr mit dem Schwefel wog bei 763^{mm},21 corr. B. und 8° T.	43,352	Grm.
Das Rohr mit dem Schwefel und Wasser von 16° gefüllt	185,00	Grm.

Das Rohr mit trockner Luft	43,091	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,5	C.C.

Specifisches Gewicht 6,90.

Das Schwefelgas wurde vollständig in dem kleinen Rohre verdichtet, und das Gewicht des Schwefels auch auf diese Weise noch bestimmt, es betrug 0,438½ Grm.

Phosphor.

Corrig. Barometerhöhe beim Zuschmelzen	759^{mm},94	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 761^{mm},1 und 20° T.	203^{mm},5	
In das Lufthermometer ging an Quecksilber hinein	1621	Grm.
In den mit Luft gefüllten Theil desselben	806	Grm.
Die erhitzte Luft verhält sich also zu der Luft von 0° wie	1 : 2,935	
Das Rohr mit dem Phosphor wog bei 759^{mm},94 corr. B. und 19° T.	62,3265	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft gefüllt	62,1995	Grm.
Das Rohr mit Wasser gefüllt	219,65	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,30	C.C

Specifisches Gewicht 4,58.

Nach einem zweiten Versuch betrug das specifische Gewicht 4,60.

Arsenik.

Erster Versuch.

Corrigirte Barometerhöhe beim Zuschmelzen der Glasröhren	754^{mm},5	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 755^{mm},8 B. u. 15° T.	339^{mm},5	
In das Lufthermometer ging hinein an Quecksilber	1344	Grm.
In den mit Luft gefüllten Theil desselben	768,2	Grm.
Das Gewicht der erhitzten Luft verhält sich also zu dem der Luft von 0° wie	1 : 3,355	
Das Rohr mit Arsenik wog bei 754^{mm},5 *corr. B.* und 9° T.	55,417	Grm.

Das Rohr mit Wasser v. 12° u. Arsenik	164,7	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	55,1065	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,4	C. C.

Specifisches Gewicht des Arsenikdampfs 10,71.

Zweiter Versuch.

Corrig. Barometerhöhe beim Zuschmelzen	758mm,8	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 760mm,85 B. u. 18°,5 T.	289mm,4	
In das Lufthermometer ging an Quecksilber hinein	1403,2	Grm.
In den mit Luft gefüllten Theil	699,2	Grm.
Die erhitzte Luft zur Luft von 0° verhält sich also wie	1 : 3,462	
Das Rohr mit Arsenik wog bei 764mm,2 corr. B. und 16½° T.	71,704	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 18° u. Arsenik	183,75	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	71,392	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,2	C. C.

Specifisches Gewicht 10,60.

Quecksilber.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	761mm,0	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 762mm,4 B. und 13½° T.	137mm,15	
Die erhitzte Luft zur Luft von 0° verhält sich also wie	1 : 2,5634	
Das Rohr mit dem Quecksilber wog bei 761mm,5 corr. B. und 4½° T.	52,3195	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	51,7035	Grm.
Das Rohr mit Wasser gefüllt	320,75	Grm.
An Luft war zurückgeblieben ungefähr	0,1	C. C.

Specifisches Gewicht 7,03.

Mit diesem Versuch stimmen zwei andere, wovon bei dem einen das Gewicht des Quecksilbers selbst bestimmt wurde, genau überein.

Salpetrichte Salpetersäure.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	768^{mm},0	
Temperatur des kochenden Wassers	100$\frac{1}{4}$°	
Das Rohr mit der Substanz wog bei 768^{mm},0 corr. B. und 12$\frac{1}{2}$° T.	42,5545	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	42,495	Grm.
Das Rohr mit Wasser	194,1	Grm.
An Luft war zurückgeblieben ungefähr	0,1	C. C.

Specifisches Gewicht 1,72.

Ein zweiter Versuch gab 1,71 spec. Gewicht.

Alle Versuche, das specifische Gewicht der wäfsrigen Salpetersäure, sowohl die, welche eine Proportion, als die, welche vier Proportionen enthält, zu erhalten, mifslangen; die erstere zerlegt sich, wie bekannt, sehr leicht, aber auch bei der letzteren wurde bei diesem Versuche wenigstens etwas zerlegt, es waren jedes Mal im Rohr rothe Dämpfe enthalten.

Schwefelsäure, wasserfreie.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	767^{mm},00	
Temperatur des kochenden Wassers	100$\frac{1}{4}$°	
Das Rohr mit der Säure wog bei 767^{mm} corr. B. und 12° T.	40,974	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	40,743	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 12°	182,75	Grm.
An Luft war zurückgeblieben ungefähr	0,1	C. C.

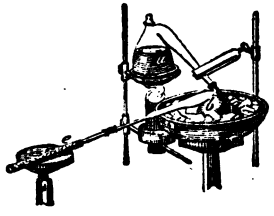
Specifisches Gewicht 3,0.

Die im Rohr enthaltene Schwefelsäure wurde aufserdem noch mit Chlorbariumauflösung gefällt; sie gab 1,180 schwefelsaure Baryterde, worin 0,409 Schwefelsäure enthalten sind, also genau so viel wie sich aus der Abwägung des Rohrs ergab; welches also zugleich ein Beweis ist, dafs die leichtflüchtige Substanz, welche man aus der rauchenden Schwefelsäure erhält, wasserfreie Schwefelsäure ist.

Drei andere Versuche gaben genau dasselbe Resul-

tat, ein specifisches Gewicht nämlich von 3,01, 3,0 und 3,03.

Die wasserfreie Schwefelsäure wurde durch gelindes Erwärmen aus einer Retorte *a* in eine andere *b* überdestillirt, welche in Eis stand, und die vorher mit trockner Luft gefüllt war, der Hals dieser Retorte war während der Destillation mit einem Chlorcalciumrohr *e* verbunden, und war so ausgezogen, dafs es in das Rohr *a* des Apparats, welches für diesen Versuch etwas weit genommen wurde, hineinging. Bei der Wiederholung der Versuche wurde die Schwefelsäure, welche als überschüssig bei dem vorhergehenden Versuch ausgetrieben wurde, sogleich in den Apparat geleitet. Die Apparate wurden mit Luft gefüllt, welche über Chlorcalcium und Schwefelsäure getrocknet war.



Das specifische Gewicht der wasserhaltigen Schwefelsäure zu bestimmen gelang nicht, weil jedes Glas von den Dämpfen derselben angegriffen und zersetzt war; da wo die Schwefelsäure durch die enge Röhre entweicht, war das Glas ganz krystallinisch geworden, wie Reaumursches Porcellan.

Fester Chlorphosphor.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	761^{mm},4	
Corrigirter Thermometerstand des Metallbades	222°	
Das Rohr mit dem Chlorphosphor wog bei 761^{mm},4 corr. B. und 15$\frac{2}{3}$° T.	65,303	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	64,815	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 13° gefüllt	293,215	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	1,8	C. C.

Specifisches Gewicht 4,85.

Ein zweiter Versuch stimmte mit diesem sehr nahe überein.

Der Chlorphosphor wurde in das Glasrohr, welches mit trockner Luft gefüllt worden war, auf ähnliche Weise wie die Schwefelsäure überdestillirt. Bei einer Temperatur des Metallbades von 184° C. fand erst der Uebergang in Gasform vollständig statt; im Rohre selbst konnte man das Flüssigwerden nicht bemerken, nachdem aber die zugeschmolzene Spitze erkaltet war, verdichtete sich zuerst eine Flüssigkeit, welche aber gleich nachher fest wurde, so dafs also der Kochpunkt und Schmelzpunkt dieses Chlorphosphors einander sehr nahe liegen.

Arsenichte Säure.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	742^{mm},94	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 743^{mm},75 B. und 15° T.	235^{mm},75	
Die erhitzte Luft zur Luft von 0° verhält sich also wie	1 : 3,092	
Das Rohr mit der arsenichten Säure wog bei 742^{mm} corr. B. und 15° T.	41,820	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	41,2225	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 12°	172,15	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	1,0	C. C.

Specifisches Gewicht 13,85.

Ein zweiter Versuch stimmte mit diesem sehr nahe überein.

Arsenikjodür.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	761^{mm},55	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 761^{mm},5 B. und 16° T.	168^{mm},85	
In das Lufthermometer ging hinein an Quecksilber	1497,3	Grm.
In den mit Luft gefüllten Theil desselben	748,0	Grm.
Die erhitzte Luft verhielt sich zur Luft von 0° wie	1 : 2,719	

Das Rohr mit Arsenikjodür wog bei 761mm,55 corr. B. und 15° T.	62,134	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	61,439	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 19°	169,8	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,3	C. C.

Specifisches Gewicht 16,1.

Das Arsenikjodür wurde durch Zusammenschmelzen von Arsenik und Jod dargestellt, und durch Destillation gereinigt; es verflüchtigte sich nachher ohne einen Rückstand von Arsenik zurückzulassen.

Quecksilberchlorür (Calomel).

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	741mm,96	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 763mm,6 B. und 14° T.	231mm,20	
Die erhitzte Luft zur Luft von 0° verhält sich also wie	1 : 3,054	
Das Rohr mit Quecksilberchlorür wog bei 741mm,7 corr. B. und 9° T.	36,624	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	36,369	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 12°	151,55	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,40	C. C.

Specifisches Gewicht 8,35.

Quecksilberchlorid.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	759mm,00	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 761mm,00 B. und 17° T.	194mm,6	
In das Lufthermometer ging an Quecksilber hinein	1446,60	Grm.
In den mit Luft gefüllten Theil desselben	726,95	Grm.
Die erhitzte Luft verhielt sich also zur Luft von 0° wie	1 : 2,842	
Das Rohr mit Quecksilberchlorid wog bei 764mm,2 corr. B. und 16½° T.	47,996	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	47,507	Grm.

Das Rohr mit Wasser von 18°	201,45	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	1,00	C. C.

Specifisches Gewicht 9,8.

Quecksilberbromür.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	750mm,00	
Höhe des Quecksilbers im Lufttthermometer bei 751mm,9 B. und 18⅔° T.	152mm,1	
Die erhitzte Luft verhält sich also zur Luft von 0° wie	1:2,676	
Das Rohr mit Quecksilberbromür wog bei 750mm,00 corr. B. und 11° T.	71,064	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	70,6935	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 17°	175,30	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,5	C. C.

Specifisches Gewicht 10,11.

Quecksilberbromid.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	757mm,30	
Höhe des Quecksilbers im Lufttthermometer bei 758mm,7 B. und 15° T.	145mm,60	
Die erhitzte Luft verhält sich also zur Luft von 0° wie	1:2,612	
Inhalt des Rohrs	103,00	C. C.
Das Quecksilberbromid	0,6605	Grm.

Specifisches Gewicht 12,16

Das Quecksilberbromid hatte sich vollständig in der Spitze des Rohrs verdichtet, und wurde durch directe Abwägung bestimmt.

Quecksilberjodid.

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	760mm,70	
Höhe des Quecksilbers im Lufttthermometer bei 762mm,2 B. und 15° T.	190mm,40	
Die erhitzte Luft verhält sich also zur Luft von 0° wie	1:2,818	

Das

Das Rohr mit Quecksilberjodid wog bei 760^{mm},7 corr. B. und 7$\frac{2}{3}$° T.	53,084	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	52,4385	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 12°	158,15	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,50	C. C.

Specifisches Gewicht 16,2.

Das Quecksilberjodid konnte, da es sich vollständig in der Spitze des Rohrs verdichtet hatte, auch durch directe Wägung bestimmt werden; es betrug 0,7535 Grm. wornach das specifische Gewicht 15,6 beträgt.

Schwefelquecksilber (Zinnober).

Corrig. Barometerstand beim Zuschmelzen	750^{mm},05	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 752^{mm},1 corr. B. und 18$\frac{1}{2}$° T.	331,^{mm}50	
In das Lufthermometer ging an Quecksilber hinein	1447,8	Grm.
In dem mit Luft gefüllten Theil desselben	801,7	Grm
Die erhitzte Luft verhält sich also zur Luft von 0° wie	1 : 3,450	
Das Rohr mit Schwefelquecksilber wog bei 750^{mm},05 corr. B. und 12$\frac{1}{2}$° T.	61,550	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	61,4395	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 12°	179,4	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,5	C. C.

Specifisches Gewicht 5,95.

Das Schwefelquecksilber, welches sich vollständig in der Spitze verdichtet hatte, betrug gewogen 0,2395 Grm., dieses giebt ein specifisches Gewicht von 5,506; da diese beiden Bestimmungen sehr von einander abweichend waren und überhaupt das specifische Gewicht ein ungewöhnliches Verhältnifs der Atome gab, so wurde ein zweiter Versuch mit zwei Lufthermometern angestellt. Durch Abwägen des Rohrs wurde ein specifisches Gewicht von 5,99 gefunden, und durch Abwägen des Schwefelquecksilbers selbst ein specifisches Gewicht von 5,68.

Um die Zersetzung des Glases zu bestimmen, wurde das Wasser, womit das Rohr gefüllt worden, abgedampft, es hinterliefs 0,016 feste Bestandtheile, welche aus Kieselsäure, Schwefelkalium und schwefelsaurem Kali bestanden, so dafs also etwas Schwefelquecksilber zersetzt worden war, wovon das Quecksilber vor dem Schwefelquecksilber verflüchtigt worden war; an Schwefelquecksilber wurde 0,2325 erhalten.

Selenichte Säure.

Corrig. Barometerhöhe beim Zuschmelzen	759^{mm},85	
Höhe des Quecksilbers im Lufthermometer bei 761^{mm},55 corr. B. u. 18½° T.	166^{mm},27	
Die erhitzte Luft verhält sich also zur Luft von 0° wie	1 : 2,730	
Das Rohr mit selenichter Säure wog bei 759,85 corr. B. und 18½° T.	60,991	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	60,915	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 12°	168,95	Grm.

Specifisches Gewicht 4,03,

Die selenichte Säure, welche sich vollständig in der Spitze condensirt hatte, wog 0,2055; darnach beträgt das specifische Gewicht 4,00. Bei diesen Versuchen wurde die zurückgebliebene Luft, um das Selen wiegen zu können, nicht bestimmt; bei der grofsen Menge der angewandten selenichten Säure betrug es auf jedem Fall nicht mehr als 0,5 C. C.

Antimonchlorür.

Corrig. Barometerhöhe beim Zuschmelzen	743^{mm},34	
Corrigirte Temperatur des Metallbades	218°	
Das Rohr mit Antimonchlorür wog bei 743^{mm},34 B. und 18° T.	57,720	Grm.
Das Rohr mit trockner Luft	56,858	Grm.
Das Rohr mit Wasser von 20°	261,80	Grm.
An Luft war zurückgeblieben	0,7	C. C.

Specifisches Gewicht 7,8.

Ich habe vergebens versucht das specifische Gewicht des Antimonchloridgases zu bestimmen; es zerlegt sich das Antimonchlorid, die Verbindung nämlich des Antimons mit dem Chlor, welche der Antimonsäure entspricht, beim Kochen in Antimon und Chlor, und mit dem gasförmigen Chlor geht Antimonchlorid über. Ich habe mir ein Antimonchlorid, indem ich das Chlor über Antimon leitete, verschafft, so dafs die gebildete Verbindung mit dem überschüssigen Chlorgase in eine Vorlage überging. Die erhaltene Flüssigkeit fängt schon bei 25° an zu kochen, bei 140° ging erst der ersteTropfen Flüssigkeit über, nachdem eine grofse Menge Chlorgas sich entwickelt hatte; die Destillation setzte ich fort, bis die Temperatur in der Retorte über 200° stieg, der Rückstand wurde beim Erkalten fest, und es gab, nachdem er mit Wasser und Ammoniak zerlegt worden war, das entstandene Antimonoxyd mit Weinstein Krystalle von Brechweinstein. Wurde das übergegangene Antimonchlorid wiederum destillirt, so fand eine starke Chlorentwickelung statt, Antimonchlorid ging über und Antimonchlorür blieb zurück; das übergegangene Antimonchlorür erhitzte ich darauf in einem Kolben mit langem Halse, so dafs was sich im Halse des Kolbens verdichtete wieder zurückfloſs. Auf diese Weise wurde das Antimonchlorid, nachdem es eine Zeit lang im Kochen erhalten, vollständig in Antimonchlorür und Chlor zerlegt. Das Antimonchlorid bildet sich nicht, wenn Chlorschwefel zugleich gebildet wird, weil das gegenseitige Auflösungsvermögen des Chlorschwefels und Chlorantimons bei einer erhöhten Temperatur die schwache Verwandtschaft des Chlors zum Antimonchlorür aufhebt, es ist dieses der Grund, warum, wie H. Rose beobachtet hat, man kein Antimonchlorid erhält, wenn man über Schwefelantimon Chlor streichen läfst. Obgleich das Antimonchlorid, welches von H. Rose zuerst beobachtet und untersucht worden ist, sich so leicht zersetzt, so scheint mir dieses doch kein Grund zu seyn, es als eine

Auflösung von Chlor und Antimonchlorür anzusehen; da Verbindungen, welche so leicht zersetzt werden, häufig vorkommen; und unstreitig berechtigen uns, die Eigenschaften des Antimonchlorids auch den von Dumas und H. Rose untersuchten Chlorschwefel, welcher der unterschweflichten Säure entspricht, als eigenthümliche Verbindung von Chlor und Schwefel anzusehen.

Bemerkungen.

Alle Versuche, bei welchen das Gewicht der im Rohre zurückgebliebenen Substanz durch Abwägen des mit der Substanz und des mit Luft angefüllten Rohrs bestimmt wurde, gaben ein zu hohes specifisches Gewicht. An und für sich mufs schon das specifische Gewicht bei dieser Methode zu hoch ausfallen; wenn auch nur ein sehr langsames Steigern der Temperatur stattfindet, so ist doch nothwendigerweise die Temperatur des Bades um einige Grad höher als die der Substanz im Innern des Rohrs. Durch die Verflüchtigung der Substanz im Rohre wird durch die Wärme, welche dabei gebunden wird, diese Verschiedenheit so bedeutend, dafs ich häufig noch eine Entwickelung von Dämpfen bemerkt habe, während die Temperatur des Bades schon 10° über den Kochpunkt der Substanz gestiegen war. Bei festen lockeren Substanzen ist dieses besonders der Fall, ich habe bei der wasserfreien Schwefelsäure noch bei 90° von der festen Substanz im Rohre bemerkt, obgleich von der Zeit an, wo das Bad den Kochpunkt der Schwefelsäure zeigte, bis es 90° erreichte, über eine Viertelstunde verfloss. Wenn man zum Bade eine Flüssigkeit, welche bei einer bestimmten Temperatur kocht, anwendet, so wird dieser Fehler fast aufgehoben, wenn man die Flüssigkeit lange bei dieser Temperatur erhält; beim Metall- oder Luftbade ist er jedoch nicht zu vermeiden, da man auf jedem Fall die Hitze so schnell steigern mufs, dafs sie in fünf Minuten um 2° zunimmt. Eine andere Ursache, warum

das specifische Gewicht höher ausfällt, ist in der Ausnahme von dem Gesetz, wonach die Gase durch die Wärme ausgedehnt werden, zu suchen, welche bei den gasförmigen Substanzen nahe bei dem Punkte, bei welchem sie tropfflüssig werden, stattfindet. Durch diese Ursachen kann das specifische Gewicht unter den ungünstigsten Umständen, wenn man die gehörigen Vorsichtsmafsregeln anwendet, bis auf $1\frac{1}{2}$ Proc. unrichtig werden.

Die Hauptursache, wodurch das specifische Gewicht höher wird, ist die Zersetzung des Glases. Wenn man Schwefel oder Schwefelverbindungen anwendet, so wird jedes Mal das Glas zerlegt, Kieselsäure wird ausgeschieden, und Schwefelkalium und schwefelsaures Kali findet man in dem Wasser, welches man in das Rohr hineintreten läfst; bei Chlormetallen, welche bei einer erhöhten Temperatur kochen, wird Chlorkalium gebildet und Kieselsäure ausgeschieden. Unter den Versuchen, welche ich angeführt habe, fand beim Schwefelquecksilber diese Zersetzung am auffallendsten statt. Einige Substanzen habe ich aus diesem Grunde gar nicht untersuchen können, welches insbesondere bei verschiedenen Ammoniaksalzen der Fall war, z. B. beim Salmiak, welcher das Glas stark zersetzte; eine Bestimmung der Producte der Zersetzung, welche ich bei einigen Versuchen vorgenommen habe, hat bei der geringen Menge mir ein so wenig genügendes Resultat gegeben, dafs ich es für überflüssig erachtet habe, sie anzuführen.

Ich habe vergebens viele Versuche angestellt, das specifische Gewicht des Selengases zu bestimmen, die Temperatur, wobei das Selen kocht, ist etwas unter 700°; bei dieser Temperatur behält das Glas noch seine Form, sobald es aber zugeblasen wurde, so wurde es durch den Druck der Luft zusammengepreſst. Ich habe es offen gelassen und Wasserstoffgas hineintreten lassen, habe aber so wenig übereinstimmende Resultate erhalten, dafs ich sie bekannt zu machen nicht für geeignet halte. Ich

war zuletzt aus Mangel an Material gezwungen, diese Versuche, bis ich mir eine gröfsere Quantität Selen verschaffen kann, aufzuschieben. Schwefelarsenik erfordert gleichfalls eine zu hohe Temperatur, es kocht über 700°.

Um das specifische Gewicht von Kalium und Zink zu bestimmen, nahm ich sehr dicke und enge Röhren; es war meine Absicht sie unter angesäuertem Wasser zu öffnen, um aus dem entwickelten Wasserstoffgase die Quantität, welche darin zurückblieb, zu bestimmen; auch die Bestimmung dieser Versuche wurde durch die hohe Temperatur, wobei beide Metalle kochen, unmöglich gemacht. Durch Kalium und Natrium, welches letztere bei einer niedrigeren Temperatur als Kalium kocht, wird das Glas schon stark zersetzt, so dafs mit diesen Metallen keine Versuche angestellt werden konnten.

Man wird zwar, wie ich hoffe aus der Beschreibung der Methode, welche ich angewandt habe, ersehen, dafs ich kein Mittel unbeachtet gelassen habe, um ein genaues Resultat zu erhalten; doch darf man die Bestimmung des specifischen Gewichts der angeführten Gasarten auf keine Weise mit der Bestimmung der beständigen Gasarten, was die Genauigkeit anbetrifft, vergleichen, da sowohl die Schwierigkeiten bei der Untersuchung als der Zweck bei derselben ganz verschieden war. Ja ich bin der Meinung, dafs es von grofser Wichtigkeit seyn würde, wenn es gelingen sollte, das spec. Gewicht des Selen-, Kalium- oder Cadmiumgases bis auf 10 Proc. richtig zu bestimmen.

II. *Ueber das Benzin und die Säuren der Oel- und Talgarten;*

von E. Mitscherlich.

Es konnte auffallend erscheinen, dafs die Entdeckung des Cyan nicht schon lange Versuche veranlafst hat, ein ähnliches Radical bei vielen anderen Verbindungen, welche Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, aufzusuchen. Die unermüdete Sorgfalt, welche Dumas, Liebig und Wöhler auf diese Art von Untersuchungen verwandt haben, und die grofse Anzahl von Analysen, zu welchen sie dadurch veranlafst worden sind, zeigen jetzt hinreichend, mit welcher grofsen Schwierigkeit die Entdeckung ähnlicher Radicale und der Beweis ihrer Existenz verbunden ist. Zwei Verbindungen ist man, nach den bisher angestellten Versuchen, berechtigt als in ihren Verbindungen dem Cyan ähnlich anzusehen: das Benzoyl und das Camphogen. Die Zusammensetzung beider Radicale, ist jedoch so complicirt, und die Zusammensetzung anderer Verbindungen derselben Elemente, welche die Annahme eines Radicals weniger zulassen, berechtigen zu der Vermuthung, dafs man, wenn man noch andere analoge Erscheinungen, als die, welche das Cyan darbietet, aus den unorganischen Verbindungen, welche vermittelst des animalischen oder vegetabilischen Lebensprocesses gebildet werden, aufzusuchen versucht, einfache Erklärungen erhalten könne. So schien es mir vor längerer Zeit nicht unwahrscheinlich, dafs auf eine ähnliche Weise, wie die Cyanwasserstoffsäure in einer grofsen Anzahl ihrer Verbindungen und Zersetzungen Cyanmetalle mit sich nimmt, ohne dafs durch das mit ihr verbundene Cyanmetall die Quantität der Substanz, womit sie sich verbindet oder welche sie zersetzt, verschieden ist, auch andere indifferente Substanzen mit ande-

ren Säuren auf ähnliche Weise verbunden vorkommen können. Ein interessantes Beispiel dieser Art liefert die von Berzelius entdeckte Indigblauschwefelsäure und Indigblauunterschwefelsäure. In dieser Säure ist eine solche indifferente Substanz mit der Schwefelsäure und Unterschwefelsäure verbunden, ohne dafs die Sättigungscapacität der Säuren dadurch verändert wird.

Einige glückliche Versuche, welche ich mit den Säuren, die aus den Talg- und Oelarten entstehen, und mit den Substanzen, welche mit diesen grofse Aehnlichkeit haben, angestellt habe, scheinen diese Vermuthung zu bestätigen; die grofse Ausdehnung jedoch, welche eine solche Untersuchung nothwendig macht, erlaubt nur nach und nach die erhaltenen Thatsachen bekannt zu machen. In dieser ersten Abhandlung will ich eine der schönsten Zerlegungen dieser Art, die der Benzoësäure nämlich, anführen.

Das Benzin.

Mengt man Benzoësäure mit einer starken Base, wovon man mehr nimmt als hinreichend ist um die doppelte Menge Benzoësäure zu sättigen, mengt man z. B. 1 Th. Benzoësäure mit 3 Th. gelöschter Kalkerde, und unterwirft das Gemenge der Destillation, so geht zuerst Wasser und zuletzt eine dünnflüssige ölartige Flüssigkeit über, welche auf dem Wasser schwimmt. Wenn man das Gemenge sehr langsam erwärmt, so ist der Rückstand in der Retorte vollkommen farblos, und läfst beim Auflösen in Säure, wobei sich Kohlensäure entwickelt, keine Spur eines Rückstandes zurück; die Auflösung in der Säure ist farblos, und es wird keine Gasart bei der Destillation entwickelt. Die Benzoësäure zerlegt sich also in Kohlensäure und in die ölartige Flüssigkeit. Die ölartige Flüssigkeit kann man vom Wasser vollständig trennen, wenn man sie mit der Pipette abnimmt, dann mit *etwas* Kali schüttelt und destillirt. Läfst man Kalium

lange Zeit mit dieser Flüssigkeit in Berührung, oder destillirt man sie damit, so bleibt die Oberfläche des Kaliums metallisch glänzend, so dafs sie also keinen Sauerstoff enthält. Da diese Flüssigkeit aus der Benzoësäure gewonnen wird, und wahrscheinlich mit den Benzoylverbindungen im Zusammenhang steht, so giebt man ihr am besten den Namen Benzin, da der Name Benzoïn schon für die mit dem Bittermandelöl isomerische Verbindung von Liebig und Wöhler gewählt worden ist.

Das Benzin ist klar, farblos, von einem eigenthümlichen Geruch, von 0,85 specifischem Gewicht, es kocht bei 86°, in Eis gestellt wird es fest und bildet eine krystallinische Masse, welche bei 7° flüssig wird, es ist leicht löslich in Alkohol und Aether, in Wasser nur sehr wenig, doch in solcher Menge, dafs das Wasser stark darnach riecht.

In Schwefelsäure löst es sich nicht auf und wird nicht davon verändert, man kann es damit destilliren; eben so verhalten sich Chlorwasserstoffsäure und andere starke Säuren.

In eine Flasche mit Chlor gegossen, findet ohne Sonnenlicht nur eine geringe Einwirkung statt, dem Sonnenlicht ausgesetzt, bilden sich sogleich dichte Nebel, Chlorwasserstoffsäure, eine krystallinische und eine zähe Substanz; diese beiden Substanzen backen zusammen, und lassen sich daher leicht aus den Gefäfsen herausnehmen, und mit Wasser reinigen. Die zähe Substanz ist leicht in Aether löslich, die feste viel weniger; löst man daher das Ganze in Aether auf, so krystallisirt die feste heraus; diese zeichnet sich durch einen eigenthümlichen Geruch aus, verflüchtigt sich erst bei einer erhöhten Temperatur, und läfst sich alsdann unverändert überdestilliren. Mit Barythydrat gemengt, bildet sich Chlorbarium, und eine ölartige Flüssigkeit, welche schwerer ist als Wasser, geht über. Ich werde auf diese Verbindungen in einer anderen Abhandlung zurückkommen.

wandt worden war, so wurde die zurückgebliebene Luft vernachlässigt, und das Rohr gleich nach dem Versuch geöffnet.

Das specifische Gewicht der gasförmigen Benzoësäure beträgt nach diesem Versuch:

4,27.

Es ist folglich nach diesem Versuch und nach der Zusammensetzung:

1 M. gasförmiger Benzoësäure (4,2623) = 1 M. Benzin 2,74378 / 1 M. Kohlensäure 1,5245

Sehr interessant ist das Verhalten der Salpetersäure gegen Benzin. Diluirte Salpetersäure wirkt so wenig darauf, dafs Benzin, damit destillirt, unverändert übergeht; mit rauchender Salpetersäure gemischt, findet in der Kälte wenig Einwirkung statt, kocht man es aber damit, so löst es sich allmälig darin auf; setzt man zu der Auflösung Wasser hinzu, so scheidet, wenn die Auflösung diluirt wird, ein ölartiger Körper aus, welcher zu Boden fällt und viele Aehnlichkeit mit dem Bittermandelöl besitzt; ich werde in der Fortsetzung dieser Abhandlung darauf zurückkommen.

Das Bittermandelöl kann man, nach der Analyse von Liebig und Wöhler, aus einem Maafs Benzin und einem Maafs Kohlenoxydgas zusammengesetzt ansehen, und das Benzamid aus Benzin und einer Verbindung von 2 Kohlenstoff, 2 Wasserstoff, 2 Stickstoff und 2 Sauerstoff, welche schon als isolirte Verbindung von Wöhler und Liebig dargestellt worden ist.

Eine solche einfache Zusammensetzung läfst sich nicht in den Verbindungen des Chlors, Broms, Jods, Schwefels und Cyans mit dem Benzoyl annehmen, weil in diesen Verbindungen weniger Wasserstoff enthalten ist; sollte jedoch der Fall möglich sein, dafs bei der Bildung des Chlorbenzoyls u. s. w. die Chlorwasserstoffsäure durch Zersetzung von beigemengtem Wasser entstanden wäre, so würden diese Verbindungen als aus Benzin und einer

Verbindung von 2 Kohle, 3 Sauerstoff, 2 Chlor u. s. w. anzusehen seyn; dagegen sprechen jedoch die Versuche von Wöhler und Liebig. Auch müfste zum benzoësauren Silberoxyd noch eine Proportion Wasser hinzukommen, um diese Ansicht zu rechtfertigen. Für diefs Silbersalz könnte man jedoch die Erklärung noch von der des citronensauren Silberoxyds abhängig machen.

Vergleicht man mit der Benzoësäure die Zusammensetzung der Buttersäure, Caprinsäure, Capronsäure und Delphinsäure, so wie sie von Chevreul ermittelt worden ist, so müssen diese Säuren, wenn sie mit überschüssiger Basis erhitzt werden, verschiedene Mengen Kohlensäure geben und ein und denselben Kohlenwasserstoff, welcher nämlich aus 1 Maafs Kohlenstoffgas und 2 Maafs Wasserstoffgas besteht. Ein ähnliches Resultat mufs die Stearinsäure geben. Aber auch diese Säuren vereinigen sich mit Basen so, dafs sie von dem Wasserstoff, den der Kohlenwasserstoff enthält, einen Theil abgeben, welcher mit einem Theil des Sauerstoffs der Säure Wasser bildet. Es steht zu hoffen, dafs durch eine sorgfältige Untersuchung verschiedener analoger Fälle es gelingen wird, die Schwierigkeit, die die Annahme einer einfachen Zusammensetzung verhindert, aufzuheben.

(Fortsetzung folgt.)

serstoffgas zersetzt. Gewöhnlich erhält man dabei das Schwefelkupfer nicht schwarz, sondern leberbraun, und, wenn man die Flüssigkeit filtriren will, geht sie leberbraun durch. Läfst man sie 24 Stunden in einer verkorkten Flasche stehen, so kann sie abfiltrirt werden; je mehr Wasser man aber genommen hat, desto später scheidet sich das Schwefelmetall aus der Flüssigkeit. Oft geschieht es, dafs, wenn die Flüssigkeit klar durchgeht, Schwefelmetall beim Auswaschen mit zu folgen anfängt. Wenn man das Schwefelmetall nicht sogleich auswäscht, sondern es, nafs von Quellsäure, auf dem Filtrum liegen und mit der Luft in Berührung kommen läfst, so bekommt man saures quellsaures Kupferoxyd in dem Durchgehenden. Erhitzt man die braune, Schwefelmetall enthaltende Flüssigkeit in einer verkorkten Flasche bei etwa 80° C., so wird sie dunkel grünblau und an dünnen Rändern durchscheinend; allein deshalb läfst sich doch das Schwefelmetall nicht im Mindesten leichter durch das Filtrum abscheiden. Das auf dem Filtrum bleibende Schwefelmetall wird endlich immer schwarz. Es bleibt darin fast immer eine Portion Quellsatzsäure zurück, welche mit kohlensaurem Natron ausgezogen werden kann.

Die filtrirte Quellsäure ist eine blafsgelbe Flüssigkeit, welche man im luftleeren Raume eindunsten mufs. An der Luft färbt sie sich braun und überzieht sich mit einer irisirenden Haut von Quellsatzsäure.

Nach der Verdunstung im luftleeren Raum bekommt man eine dunkelgelbe gesprungene Masse, welche aus Quellsäure, quellsaurem Kalk, quellsaurer Talkerde und quellsaurem Manganoxydul besteht. Die Basen haben sich entweder als kohlensaure Salze mit dem quellsauren Kali aufgelöst, oder als quellsaure Salze mit dem Kupfersalz gefällt. Man scheidet sie dadurch ab, dafs man den Rückstand mit wasserfreiem Alkohol behandelt; dieser löst die Quellsäure, nebst einer nicht ganz unbedeutenden Spur von quellsaurer Talkerde auf, und läfst die übri-

brigen Basen, als saure Salze, zurück *). Die alkoholische Lösung färbt sich an der Luft immer dunkler, und muſs so schnell wie möglich im luftleeren Raum eingedunstet werden. Der Rückstand ist gelbbraun. Er wird wieder in Wasser gelöst, und portionenweis mit ein wenig einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd versetzt. Der zuerst gebildete Niederschlag wird nach einigen Augenblicken braun; man setzt so lange von der Bleilösung hinzu als man merkt, daſs sich noch der Niederschlag theilweis und mit Hinterlassung eines braunen Rückstands löst. Dieser ist quellsatzsaures Bleioxyd. Nachdem auf Zusatz von essigsaurem Bleioxyd nichts, was braun wird, mehr niederfällt, sondern der Niederschlag sich entweder ganz wieder löst oder fast farblos bleibt, d. h. nur in's Graugelbe fällt, filtrirt man die Flüssigkeit und fällt sie mit basisch essigsaurem Bleioxyd. Der erhaltene Niederschlag wird gut gewaschen, im luftleeren Raum getrocknet, wenn er nicht sogleich verbraucht werden soll, und durch Schwefelwasserstoffgas gefällt. Das Schwefelblei scheidet sich etwas leichter als das Schwefelkupfer ab. Die filtrirte Flüssigkeit hat eine so blaſsgelbe Farbe, daſs sie nur in Masse merkbar ist, und giebt, nach Eindunstung im luftleeren Raum, eine durchsichtige, in dünnen Lagen farblose, in dickeren blaſsgelbe Masse, welche bei fortgesetzter Eintrocknung hart und rissig wird,

*) Der im Alkohol unlösliche Rückstand ist mit dunkelgelber Farbe in Wasser löslich, und giebt nach der Verdunstung einen gummiähnlichen, gesprungenen Stoff, welcher sauer reagirt. Ich analysirte ihn auf folgende Weise. Ich löste ihn in Wasser und fällte ihn mit einer Lösung von Chlorblei. Die ausgefällte Flüssigkeit gab mit essigsaurem Bleioxyd einen neuen Niederschlag. Der erste wog genau doppelt so viel als der letztere. Die bleihaltige Mutterlauge wurde mit Schwefelsäure gefällt, dann filtrirt und abgedunstet bis die überschüssige Schwefelsäure fort war. Wasser zog schwefelsaure Talkerde und schwefelsaures Manganoxydul daraus, mit Hinterlassung von Gyps, der die Hauptmasse ausmachte.

III. *Untersuchung des Wassers der Porlaquelle; von J. J. Berzelius.*

(Schlufs.)

3. Untersuchung über die Natur der in dem Wasser befindlichen organischen Stoffe.

In dem Vorhergehenden habe ich gesagt, dafs die in dem Wasser vorhandene organische Substanz aus zwei sauren Körpern bestehe, von denen ich den einen *Quellsäure* (lateinisch *acidum crenicum*, von κρηνη, Quelle, und den andern, weil er sich beim Zutritt der Luft aus ersterem abscheidet, *Quellsatzsäure* (*acidum apocrenicum*) genannt habe. Ich erwähnte ferner, dafs die Quellsäure sich zur Quellsatzsäure zu verhalten scheine wie ein Extract zu einem Absatz.

Die Quellsäuren werden aus dem Ocker auf folgende Weise erhalten. Man koche den fein geriebenen Ocker mit ätzendem Kali so lange, bis er seinen ursprünglichen Zustand verloren und das flockige Aussehen von gefälltem Eisenoxyd angenommen hat, wozu oft eine Stunde und länger erforderlich ist. Digerirt man blofs den Ocker mit Kali, so bekommt man beim Durchseihen eine braune halbklare Lösung, aus welcher sich nach langem Stehen allmälig fein zertheilter Ocker absetzt. Die Lösung geht langsam durch das Papier, und das auf demselben Zurückbleibende ist noch ein quellsaures Oxydsalz. Kocht man die filtrirte Lösung, so scheidet sich Eisenoxyd aus, welches sich dann leicht abfiltriren läfst; leitet man Schwefelwasserstoff durch dieselbe, so wird Schwefeleisen gefällt.

Das nach dem Kochen mit ätzendem Kali erhaltene flockige Eisenoxyd wird ausgewaschen; vollkommen kann

es nicht von der Quellsäure getrennt werden, sondern es riecht nach dem Glühen in einem bedeckten Gefäfse immer branstig und folgt dem Magnet.

Quellsäure. Aus der alkalischen Flüssigkeit werden die Quellsäuren folgendermafsen geschieden. Man übersättigt die Lösung mit Essigsäure, so dafs sie deutlich sauer reagirt, und versetzt sie dann mit essigsaurem Kupferoxyd. Zieht sich der Niederschlag in's Grüne, so ist dieſs ein Beweis, dafs noch mehr Essigsäure hinzugefügt werden mufs. Man setzt nun essigsaures Kupferoxyd hinzu, so lange als noch ein brauner Niederschlag entsteht. Dabei bleibt das quellsaure Kupferoxyd in der Essigsäure gelöst, und, wenn es auch für einen Augenblick niederfällt, löst es sich doch wieder mit Zurücklassung von quellsatzsaurem Kupferoxyd. Dieses ist in der durchgehenden Flüssigkeit wenig löslich; wäscht man es aber, so löst es sich in derselben allmälig. Dieſs Waschwasser mufs also nicht mit der durchgegangenen Flüssigkeit vermengt werden. Letztere wird mit kohlensaurem Ammoniak vermischt, bis die Essigsäure völlig gesättigt ist. Das kohlensaure Ammoniak kann sogar ohne Schaden in geringem Ueberschufs hinzugesetzt werden, wo dann das quellsaure Kupferoxyd mit essigsaurem Kupferoxyd niederfällt. Erhitzt man nun das Gemenge gelinde, z. B. bis $+50^{\circ}$, so fällt das quellsaure Kupferoxyd nieder. Dabei ist ein Ueberschufs vom zugesetzten essigsauren Kupferoxyd erforderlich. So lange die klare Flüssigkeit sich in's Grüne zieht, nicht rein blau ist, enthält sie noch quellsaures Kupferoxyd aufgelöst, dessen Fällung durch vorsichtigen Zusatz von kohlensaurem Ammoniak oder durch Erwärmung der Flüssigkeit befördert werden kann.

Das quellsaure Kupferoxyd hat eine licht graugrüne Farbe. Zieht es sich in's Braune, so enthält es noch Quellsatzsäure. Es wird nun gewaschen, dann in möglichst wenig Wasser eingerührt und durch Schwefelwas-

stig animalisch riechend. Feucht ist er dunkelgrau, aber beim Trocknen wird er fast weifs.

Mit Salzbasen vereinigt sie sich zu Salzen, die alle gleich der Säure nicht krystallisiren. Die mit Alkalien sind leichtlöslich in Wasser und gleichen in concentrirter Lösung vegetabilischen Extracten. Sie werden wie diese dunkler an der Luft, sind getrocknet oft dunkelbraun, rissig, und lassen leicht von dem Gefäfse, in welchem sie eingetrocknet wurden. Die Salze der alkalischen Erden sind minder löslich als die der Alkalien, und die der Metalloxyde gar schwerlöslich, so dafs sie Niederschläge bilden, welche sich indefs mehr oder weniger beim Auswaschen auflösen.

Die Quellsäure, wenn sie mit Basen verbunden ist, verändert sich leicht, ungefähr wie Galläpfelsäure. Zusatz von ätzendem Alkali zur Quellsäure, die wenig gefärbt ist, giebt stracks eine dunklere Verbindung, und dunstet man das Gemisch an trockner Luft ein, so wird der Rückstand schwarzbraun. Es ist die Bildung von Quellsatzsäure, welche in allen diesen Fällen der Verbindung ihre dunklere Farbe ertheilt. Mit Kohle, pflänzlicher wie thierischer, kann die braune Farbe nicht fortgenommen werden; allein durch Digestion mit frisch gefällter Thonerde läfst sich die Quellsatzsäure niederschlagen, und wenn das Salz neutral war, löst sich keine Thonerde darin auf. Die Lösung wird dann blafsgelb, und eine neue Portion Thonerde wird nicht mehr gefärbt. Will man diese Verbindungen in fester Form, unverändert durch den Einflufs der Luft erhalten, so kann man auf folgende Weise verfahren. Reine Quellsatzsäure löst man in wasserfreiem Alkohol und tröpfelt dazu eine Lösung des essigsauren Salzes der Base in wasserfreiem Alkohol. Den dadurch entstehenden fast weifsen Niederschlag von halbschleimiger Consistenz bringt man auf ein Filtrum, wäscht ihn mit Alkohol und trocknet ihn sodann im luftleeren Raum über Schwefelsäure. Er wird

beim Trocknen gelb und hornähnlich. An der Luft getrocknet geht er in's Braune über, und giebt eine dunkle Auflösung, welche Quellsatzsäure enthält.

Die Quellsäure gehört ohne alle Widerrede zu den schwächeren Säuren. Dessen ungeachtet zerlegt sie essigsaure Salze, fällt aus ihnen die Base, wenn sie mit ihr ein schwerlösliches Salz giebt, und treibt die Essigsäure aus, wenn man sie mit der Lösung eines essigsauren Salzes eintrocknet; aber während dieses Streites zwischen beiden Säuren geht ein nicht unbedeutender Theil der Quellsäure in Quellsatzsäure über. Nachdem die Essigsäure verdunstet ist, riecht der Rückstand wie eine warme Leimlösung und ist schwarzbraun. Der Ueberschufs des essigsauren Salzes kann mit concentrirtem Alkohol ausgezogen werden.

Um das Sättigungsvermögen der Quellsäure zu bestimmen fällte ich eine Lösung von essigsaurem Bleioxyd mit einer portionenweis hinzugesetzten reinen und fast farblosen Quellsäure. Der Niederschlag war beim Daraufsehen fast weifs, beim Durchsehen gegen das Tageslicht aber hellgelblich. Er wurde gewaschen und im luftleeren Raum getrocknet, zuletzt bei 100° C.; er wog dann 0,59 Grm. Durch Zerlegung mit Schwefelsäure wurden daraus 0,4165 Grm. schwefelsauren Bleioxyds, getrocknet bei 100° C. in wasserfreier Luft, erhalten. Nach dem Glühen in einem offenen Platintiegel, wobei es erst braun ward und ganz unbedeutend rauchte, zeigte es sich wieder weifs und wog 0,41 Grm., nahm auch nicht durch Behandlung mit Salpetersäure an Gewicht zu. Dieser Gehalt an verbrennlichem Stoff rührt von Quellsatzsäure her, welche sich gebildet und mit dem schwefelsauren Bleioxyd verbunden hat. Wenn das Gewicht eines Atoms schwefelsauren Bleioxyds sich zum Gewicht eines Atoms vom quellsauren Bleioxyd verhält wie 41:59, so wiegt 1 Atom Quellsäure 1333,4 und ihr Sättigungsvermögen ist 7,5.

Bei einem anderen Versuch wurde Quellsäure so nahe wie möglich mit Kalkhydrat gesättigt, filtrirt und im luftleeren Raum abgedunstet. Es war eine dunkelgelbe, harte, durchsichtige Masse, welche zur Befreiung von einem möglichen Ueberschusse von Quellsäure oder einer Einmengung von essigsaurem Salz ein Paar Mal mit Alkohol ausgekocht und sodann bei 100° C. in wasserfreier Luft getrocknet wurde. 0,261 dieses Salzes wurden verbrannt bis nur Kalk übrig blieb. Dieser, in Gyps verwandelt und geglüht, wog 0,1305. Nach einer analogen Berechnung fällt das Atomgewicht der Säure hiedurch zu 1358,38 aus. Ich habe mich der ersteren Zahl bedient, ohne indefs eine dieser Bestimmungen für hinreichend zuverlässig anzusehen.

Quellsaures Kali und *quellsaures Natron* hinterlassen, nachdem sie auf angegebene Weise zuvor von quellsatzsaurem Alkali befreit und im luftleeren Raum eingedunstet sind, eine gelbe extractähnliche Masse, welche hart wird, Risse bekommt und leicht vom Glase abläfst. Sie ist gegen Reactionspapiere vollkommen neutral, hat fast keinen Geschmack, welcher indefs nach einer Weile alkalisch wird. Sie ist unlöslich in wasserfreiem Alkohol. Dagegen löst sie sich nicht unbedeutend in Weingeist von 0,86 specif. Gewicht, und reichlicher noch in verdünnterem. Erhitzt schwillt sie auf, wie ein pflanzensaures Salz, raucht und riecht wie Tabacksrauch, und hinterläfst dann eine poröse, von kohlensaurem Alkali durchzogene Kohle.

Quellsaures Ammoniak wird beim Abdunsten sauer und hinterläfst eine an der Luft braune, extractähnliche Masse, welche Lackmuspapier röthet. In diesem Zustande enthält sie indefs noch viel Ammoniak, welches durch Kali oder Kalk ausgetrieben werden kann.

Quellsaurer Baryt ist so träglöslich in Wasser, dafs er durch Doppelzersetzung als eine blafsgelbe flockige Masse gefällt werden kann; aber durch Zusatz von mehr

Wasser löst er sich auf, und die Lösung hinterläfst einen harten firnifsähnlichen Ueberzug auf dem Glase.

Quellsaurer Kalk ist leichtlöslicher, aber auch fällbar. Seine Löslichkeit vermindert sich sehr durch die Gegenwart anderer Salze. Er fällt in blafsgelben Flokken nieder, wenn eine Lösung von quellsaurem Alkali mit einer Lösung von Chlorcalcium vermischt wird. Setzt man aber die erste zu der letzten, so bleibt die Flüssigkeit klar. Die Lösung von quellsaurem Kalk hinterläfst einen gelben durchsichtigen Firnifs, welcher oft mitten inne einen weifsen erdigen Rückstand ausmacht. Er löst sich vollkommen wieder in Wasser. Wenn das neutrale Salz mit einem Ueberschufs von Säure versetzt, abgedunstet und sodann die freie Säure mit Alkohol ausgezogen wird, bleibt ein ebenfalls extractähnliches, blafsgelbes in Wasser leichtlösliches saures Salz zurück. Dasselbe erhält man auch, wenn man Quellsäure mit natürlichem kohlensauren Kalk digerirt. Ein basisches Salz erhält man, wenn man das neutrale Salz mit Kalkwasser versetzt, wodurch ein blafsgelber flockiger Niederschlag entsteht. Man bekommt es auch, wenn man quellsaures Alkali mit Kalkhydrat vermischt, wobei das Alkali ätzend in der Flüssigkeit zurückbleibt.

Quellsaure Talkerde ist leichtlöslich in Wasser und gleicht den quellsauren Alkalien. Es giebt auch ein saures Salz, welches im geringen Grade in wasserfreiem Alkohol löslich ist.

Quellsaure Thonerde. Vermischt man eine Lösung von Quellsäure mit feuchtem Thonerdehydrat, so entsteht eine neutrale, gelbgefärbte, in der Flüssigkeit unlösliche Verbindung, und bei hinreichender Säure eine saure, in Wasser lösliche. Die letztere bei gelinder Wärme an der Luft eingedunstet, hinterläfst einen blafsgelben, durchsichtigen, wieder in Wasser löslichen Firnifs. Vermischt man die Auflösung dieses Salzes mit ätzendem Am-

moniak, so entsteht kein Niederschlag, und nach der Abdunstung bleibt ein neutrales Doppelsalz, welches sich vollkommen wieder in Wasser löst. Es hinterläfst nach dem Verbrennen schneeweifse Thonerde. Die neutrale quellsaure Thonerde, mit ätzendem Ammoniak behandelt, zersetzt sich zum Theil; es bildet sich das eben erwähnte Doppelsalz, und basisch quellsaure Thonerde bleibt ungelöst. Wenn die angewandte Quellsäure Quellsatzsäure enthält, so bleibt diese mit der Thonerde verbunden zurück.

Quellsaures Manganoxydul fällt in Form eines zarten blafsgelben Pulvers langsam nieder. Mit Ueberschufs an Quellsäure giebt es ein in Wasser lösliches Salz.

Quellsaures Eisenoxydul ist löslich im Wasser. Man kann es geradezu aus dem Ocker erhalten, wenn man diesen in Wasser einrührt, und Schwefelwasserstoffgas durch die Flüssigkeit leitet; dabei ist es indefs gemengt mit quellsatzsaurem Eisenoxydul. Im luftleeren Raum abgedunstet, hinterläfst es einen ähnlichen Rückstand wie die vorhergehenden Salze, doch läfst sich dabei schwer die Bildung von Oxydsalz verhindern. Die Quellsäure löst metallisches Eisen sehr träge und nicht weiter als bis zur Bildung des sauren Salzes. Diese Lösung wurde in einem cylindrischen Gefäfse, unter einer Schicht Olivenöl, durch 24stündige Digestion bewerkstelligt. Nach dieser Zeit war das Olivenöl rothgelb geworden, vermuthlich von aufgelöstem Eisensalz, welches darin zu einer höheren Oxydationsstufe überging. Die Farbe der Flüssigkeit blieb unverändert. Sie wurde mit einem Stechheber aufgesogen. Sie röthete Lackmus und schmeckte wie ein Eisenoxydulsalz. An der Luft bilden sich darin braune Streifen, welche beim Umrühren verschwinden, aber endlich wird Alles bräunlich und trübe, und hinterläfst nach Eindunstung ein in Wasser nicht mehr lösliches Oxydsalz, vermuthlich gemengt mit quellsatzsaurem.

Quellsaures Eisenoxyd. Wenn man eine von allem

Säureüberschufs freie Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd in Wasser oder eine Auflösung von neutralem Eisenchlorid in Wasser mit einer Lösung von Quellsäure vermischt, so wird sie auch beim ersten Tropfen trübe. Beim Einfallen giebt die Säure einen dunkeln Streifen, ganz wie er von der Luft im Oxydulsalz gebildet wird, verschwindet aber bald, und dafür entsteht ein blasser, rothgrauer Niederschlag. Setzt man viel Quellsäure auf ein Mal hinzu, so entsteht der Niederschlag nicht im Augenblick, sondern erfordert einige Minuten, um sich zu vermehren. Mit quellsaurem Alkali entsteht er sogleich. Nach dem Waschen und Trocknen ist das quellsaure Eisenoxyd erdig, schmutzig weifs, wird aber, wo es feucht wird, wieder rothgrau. Es löst sich vollkommen in Ammoniak. Nach der Abdunstung hinterläfst diese Lösung einen Niederschlag von rothgelber Farbe, woraus das Wasser ein neutrales Doppelsalz auflöst, mit Zurücklassung eines basischen Oxydsalzes, das im Ansehen Eisenoxydhydrat ähnelt. Von feuerbeständigen Alkalien, kohlensauren wie ätzenden, wird das quellsaure Eisenoxyd zerlegt, ohne vom Ueberschufs des Alkali's gelöst zu werden.

Quellsaures Bleioxyd. Diefs Salz erhält man am besten rein, wenn man eine Lösung von Quellsäure allmälig in kleinen Portionen mit einer schwachen Lösung von essigsaurem Bleioxyd versetzt, so lange, als noch der entstehende Niederschlag bei probenweiser Abfiltrirung einen Stich in's Braune oder Dunkelgelbe zeigt *). Nachdem diefs nicht mehr der Fall ist, tröpfelt man die Quellsäure in eine Lösung von essigsaurem Bleioxyd, wäscht den Niederschlag mit ausgekochtem und wieder erkaltetem Wasser oder besser noch mit Alkohol, und trocknet ihn im luftleeren Raum über Schwefelsäure. Trocken ist es ein lichtgraues, in's gelbliche neigende Pulver. Es ist

*) Aus quellsaurem Alkali kann man nicht auf diese Weise zuerst quellsatzsaures Bleioxyd fällen. Es fällt fortwährend mit quellsaurem Bleioxyd gemengt nieder.

bis zu einem gewissen Grade in Wasser löslich, besonders vor dem Trocknen, so dafs das Waschwasser von Bleiessig gefällt wird. Es ist auch löslich in Essigsäure und etwas in Quellsäure, so dafs, wenn man essigsaures Bleioxyd in eine Lösung von reiner Quellsäure tröpfelt, der Niederschlag sich vollkommen wieder auflöst, und dieſs geschieht so lange bis eine gute Portion Bleisalz hinzugekommen ist. Verdunstet man die Flüssigkeit, so setzt sich ein graues körniges Pulver ab, welches indeſs nicht krystallinisch ist und sich bei der Berührung in Flocken zertheilt. Dieſs ist das neutrale Salz; das saure trocknet zu einer gummiähnlichen Masse ein. Basisch essigsaures Bleioxyd fällt aus der Lösung eines quellsauren Salzes basisch quellsaures Bleioxyd von fast ganz weiſser Farbe. Im luftleeren Raum getrocknet, ist es weifs, mit einem geringen Stich in's rein Gelbe. Eine Lösung von Chlorblei wird von Quellsäure nicht gefällt, wohl aber von quellsaurem Alkali.

Quellsaures Kupferoxyd. Quellsäure fällt eine Lösung von essigsaurem Kupferoxyd, aber nicht eine vom schwefelsauren, doch wird auch diese von quellsaurem Alkali gefällt. Der Niederschlag scheint im ersten Augenblick seiner Bildung schmutzigweifs zu seyn, nachdem er sich aber gesammelt hat, ist er lichtgrau, mit einem starken Stich in's Grüne oder Gelbgrüne. Getrocknet hat er dieselbe Farbe, ist aber lichter. Er ist sehr unbedeutend löslich in Wasser, löst sich dagegen leicht in Essigsäure und überschüssiger Quellsäure. Die Fällung ist in der Kälte nicht vollkommen, wird aber auf die im Vorhergehenden erwähnte Weise, durch Erwärmen bis etwa zu 50° C., befördert. Wenn man die Lösung dieses Salzes in Essigsäure in der Wärme eindunstet, bekommt man viel von der rothen Verbindung, welche sich auf Zusatz von Zucker zum essigsauren Kupferoxyd zu bilden pflegt.

Ein saures Salz bildet sich, wenn man Quellsäure

mit dem neutralen sättigt; es trocknet zu einer gummiähnlichen Masse ein, die in Alkohol unlöslich, in Wasser aber löslich ist und einen sehr unangenehmen Metallgeschmack besitzt. Genau mit einem Alkali gesättigt, giebt es ein lösliches Doppelsalz, zu dessen Bildung dieses Kupfersalz eben so viel Neigung hat als andere Kupfersalze. Diese Doppelsalze trocknen zu extractähnlichen metallisch schmeckenden Massen ein. Diese Neigung zur Bildung löslicher Doppelsalze ist die Ursache, weshalb die gänzliche Ausfällung des quellsauren Kupferoxyds so schwierig ist und den Zusatz eines grofsen Ueberschusses von essigsaurem Kupferoxyd verlangt. Sie ist auch die Ursache von dem vorhin angeführten Umstand, dafs die aus dem Kupferoxyd-Niederschlag abgeschiedene Quellsäure Kalk, Talkerde und Mangan enthält, welche als Doppelsalze mit dem Kupferoxydsalze niederfielen. Diefs findet beim Bleiniederschlag nicht statt; da aber Bleisalze Vieles fällen, was durch Kupfersalze nicht gefällt wird, so sind letztere zur völligen Abscheidung der Quellsäure von anderen elektronegativen Körpern anwendbarer.

Die Quellsäure giebt auch ein basisches Salz mit Kupferoxyd, und man erhält es, wenn die Lösung, welche mit essigsaurem Kupferoxyd vermischt wird, einen abgepafsten Ueberschufs an Basis enthält. Es ist schleimig, graugrün, dunkler als das neutrale Salz, und unlöslich in Wasser.

Quellsaures Quecksilberoxydul bildet einen flockigen gelben Niederschlag, und entsteht in einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul sowohl durch freie Quellsäure als deren lösliche Salze. Das *Quecksilberoxydsalz* dagegen scheint löslich zu seyn, da eine Auflösung von Quecksilberchlorid weder von Quellsäure noch von deren Salzen gefällt wird.

Quellsaures Silberoxyd. Quellsäure in eine Lösung von neutralem salpetersauren Silberoxyd getröpfelt, giebt anfangs keine oder eine nur schwache Trübung; allmälig

aber bildet sich ein weifsgrauer Niederschlag, welcher nach einigen Stunden schön, doch etwas dunkel purpurfarben wird. Er schwärzt sich nicht. In diesem Zustand wird er von Salpetersäure farblos, von Ammoniak mit einem Stich in's Gelbe ohne Rückstand gelöst. Vermischt man eine Lösung von quellsaurem Alkali mit salpetersaurem Silberoxyd, in der Menge, dafs nur ein Theil des Salzes zersetzt wird, so bleibt sie klar, dadurch die Bildung eines löslichen Doppelsalzes andeutend. Diese Lösung hält sich unverändert. Setzt man mehr Silbersalz hinzu, so entsteht das eben erwähnte unlösliche quellsaure Silberoxyd. Da das Porlawasser durch salpetersaures Silberoxyd weinroth wird, so ist ziemlich klar, dafs diese Reaction von der Quellsäure herrühre; allein ich habe sie nicht mit künstlich gebildetem quellsaurem Natron nachahmen können. Zwar schien die Flüssigkeit nach einigen Tagen purpurroth zu seyn, allein als sie ausgegossen wurde, war sie farblos, und blofs die Innenseite des Glases mit einer durchsichtigen purpurrothen Haut von quellsaurem Silberoxyd in seiner farbigen Abänderung überzogen. Digerirt man die Flüssigkeit, in der sich das quellsaure Silberoxyd gefällt hat, bei oder nahe bei 80° C., so wird der Niederschlag braungelb, nicht durch Bildung von quellsatzsaurem Silberoxyd, sondern durch die eines Silbersalzes von ganz eigener Natur, welches ich indefs zu unvollkommen untersucht habe, um darüber etwas mittheilen zu können.

Quellsatzsäure. Ich habe angeführt, dafs man, nach Ausziehung des Ockers mit Kali und Ansäuerung der Flüssigkeit durch essigsaures Kupferoxyd, das quellsatzsaure Salz dieses Oxydes fällen kann. Dieses wird ein Paar Mal mit kaltem Wasser gewaschen, welches jedoch dabei jedesmal gelber durchgeht, weil der Niederschlag, welcher ein saures Salz ist, von reinem Wasser aufgelöst wird, wiewohl er in der Salzlösung nicht löslich ist.

Diesen Niederschlag rührt man noch feucht in wenig

Wasser ein und zersetzt ihn durch Schwefelwasserstoffgas. Was ich bei der Quellsäure über die Schwierigkeit der Abscheidung des Schwefelmetalls gesagt habe, gilt auch hier in noch höherem Grade. Man erhält eine dunkelbraune Auflösung, welche, abgedunstet, eine schwarzbraune, gesprungene, meistentheils in der Mitte erhöhte und leicht vom Glase ablassende Masse hinterläfst. Durch Ausziehung mit wasserfreiem Alkohol kann man in der Wärme die reine Säure von einer geringen Beimengung von Salzen, die zurückbleibt, abscheiden.

Auf dem Filtrum bleibt mit dem Schwefelmetall eine andere Portion Quellsatzsäure, die minder löslich in Wasser ist. Diese wird durch eine Lösung von essigsaurem Kali ausgezogen, welche mit ihr als eine dunkelbraune Flüssigkeit durchgeht. Nach Abdunstung der Lösung zieht man das essigsaure Kali mit Alkohol von 0,86 aus, worin das quellsatzsaure unlöslich ist. Dieser Umstand macht, dafs man auch aus einem Gemenge von quellsaurem und quellsatzsaurem Kali recht wohl das erste mit Zurücklassung des letzteren durch Alkohol, den es nicht mehr färbt, ausziehen kann. Aus dem quellsatzsauren Kali kann man sodann die Säure durch Salzsäure abscheiden, welche sie indefs nicht vollständig fällt.

Ob die Quellsatzsäure eine eigene Säure oder eine der Weinschwefelsäure, Harnbenzoësäure u. s. w. analoge sey, mufs ich unentschieden lassen, wiewohl die letztere Meinung mir eine überwiegende Wahrscheinlichkeit zu haben scheint. Die beiden Zustände von ungleicher Löslichkeit, in denen man die Quellsatzsäure erhält, scheinen zu beruhen auf dem ungleichen Verhalten zwischen einem, auf Kosten der Luft und der Quellsäure gebildeten Stoff und der Quellsäure, die sich mit ihm chemisch verbindet. Sättigt man z. B. die durch Salzsäure gefällte Quellsatzsäure mit Kali und digerirt das Salz mit frisch gefälltem Thonerdehydrat, so färbt sich dieses dunkelbraun, die Lösung wird gelb, und giebt mit essigsau-

rem Kupferoxyd einen Niederschlag von ganz reinem quellsaurem Kupferoxyd. Wenn man dagegen das von dem Schwefelmetall mit essigsaurem Kali ausgezogene, zuvor von dem löslicheren Theil wohl Ausgewaschene digerirt mit Thonerdehydrat, so wird die Lösung farblos und nur eine Spur von quellsaurem Kupferoxyd daraus gefällt. Wenn quellsatzsaures Bleioxyd durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt wird, lösen sich auf gleiche Weise Quellsäure und Quellsatzsäure in der Flüssigkeit, die letztere jedoch in geringerer Menge, und das Bleisalz bleibt in Verbindung mit einem grofsen Theil von dem die Säure braunfärbenden Stoff, welchen weder Säuren noch Alkalien ausziehen, wenn nicht zugleich das Bleisalz zersetzt wird. Der färbende Stoff scheint von der Quellsäure auf die Schwefelsäure übertragen zu seyn, und mit ihr ein neues Bleisalz zu bilden, welches dem quellsatzsauren ähnelt, nur dafs darin die Quellsäure durch Schwefelsäure ersetzt ist, vielleicht in einem anderen Atomenverhältnifs zu dem färbenden Stoff als in der Quellsatzsäure. Wenn ferner quellsatzsaures Kali mit essigsaurem Baryt gefällt, der Niederschlag ein Paar Mal mit kaltem Wasser gewaschen und das Waschwasser mit der durchgegangenen Flüssigkeit vermischt wird, so kann man aus dieser mit essigsaurem Kupfersalz quellsaures Kupferoxyd fällen. Setzt man das Waschen länger fort, so ist das Aufgelöste nur quellsatzsauer. Dasselbe geschieht mit dem Kalksalz. Bei diesen Versuchen wurde immer die Anwendung einer durch Salzsäure gefällten Quellsatzsäure vorausgesetzt; weil eine andere könnte Quellsäure aufser Verbindungszustand enthalten haben.

Das oben Angeführte würde entscheidend seyn, wenn nicht der Vorgang mit gleicher Wahrscheinlichkeit die Deutung zuliefse, dafs es eine Verbindung von Quellsatzsäure und Quellsäure giebt, welche durch stärkere Säuren unzersetzt gefällt wird, aus welcher aber auf angeführte Weise die Quellsäure für sich erhalten werden

kann, ohne dafs jedoch der zurückgebliebene, braungefärbte Theil deshalb Quellsäure enthält oder aufhört eine eigene Säure zu seyn.

Nach dieser Abschweifung kehre ich wieder zur näheren Beschreibung der Quellsatzsäure zurück. Wird die aus dem Kupferniederschlag durch Schwefelwasserstoff abgeschiedene Säure zur Trockne verdunstet und mit wasserfreiem Alkohol behandelt, so zieht dieser eine Portion in gröfserer Menge aus. Diese ist nach Abdunstung ziemlich leicht löslich in Wasser; die Lösung ist braun, röthet Lackmuspapier stark, schmeckt aber nicht sauer, sondern zusammenziehend wie Gerbstoff. Trocken ist sie schwarzbraun und rissig, läfst leicht vom Glase ab und giebt ein sehr dunkelrothes Pulver. Der Theil dagegen, den eine geringe Quantität Alkohol ungelöst läfst, löst sich allmälig und mit Hülfe der Wärme in einer gröfseren Menge Alkohol; die Lösung hat eine gleiche Farbe wie die frühere, und hinterläfst auch einen eben so gefärbten Niederschlag, welcher Lackmuspapier röthet, sich aber wenig in Wasser löst, darin erweicht und eine hellere Farbe annimmt. Sein Geschmack ist viel schwächer. Beider Lösungen in Wasser werden durch Salzsäure in Flocken gefällt, aber es bleibt viel in der sauren Flüssigkeit gelöst. Sie werden auch von andern Säuren (doch nicht von Essigsäure) und von Salmiak gefällt, am besten von Säuren und Salmiak zusammen. Es ist die erste von diesen, aus welcher, nach Sättigung mit Alkali, Thonerdehydrat Quellsäure abscheidet; aus der letzteren erhält man dagegen nur eine Spur von ihr und das Ganze verbindet sich mit dem Hydrat. Weder allein noch mit Zusatz von Salzsäure fällt sie Leimlösung.

Beide werden von Salpetersäure von 1,35 in der Kälte gelöst, stärker und leichter noch in der Wärme. Bei Erwärmung entwickelt sich ein wenig Stickstoffoxydgas. Die anfangs braune Farbe der Lösung wird heller und hernach kann die Salpetersäure im Wasserbade von

ihr abgedunstet werden. Nach Eintrocknung bleibt eine poröse blafsgelbe Masse, welche, gleich der Quellsäure, etwas bitter und säuerlich schmeckt, und nach Sättigung durch Alkali mit essigsaurem Kupferoxyd einen dem quellsauren Kupferoxyd gleichen Niederschlag giebt, aus dem man durch Schwefelwasserstoffgas eine bis zum Verwechseln der Quellsäure gleiche Säure erhält, auf welche ich weiterhin zurückkommen werde.

Die Salze der Quellsatzsäure gleichen in den meisten ihrer Eigenschaften denen der Quellsäure, nur sind sie alle schwarzbraun, und die schwerlöslichen unter ihnen schwerlöslicher als die entsprechenden quellsauren. Wie die Quellsäure treibt sie die Essigsäure aus ihren Verbindungen, und löst sich deshalb in den Lösungen von neutralem essigsauren Alkali, welches dabei sauer wird von freier Essigsäure, die beim Verdunsten fortgeht, so dafs der Rückstand ganz neutral ist. In den Lösungen von essigsaurer Kalk- oder Baryterde löst sie sich nicht, aber die Flüssigkeit wird sauer, und es bildet sich ein in der salzhaltigen Flüssigkeit unlösliches quellsatzsaures Erdsalz. Aus der gröfseren Leichtigkeit, mit der die Quellsatzsäure Niederschläge hervorbringt, sollte man glauben, dafs sie eine stärkere Verwandtschaft habe als die Quellsäure. Jedoch kann diefs auch auf der gröfseren Schwerlöslichkeit der Verbindungen beruhen, und wie die quellsatzsauren vorzugsweise aus Lösungen in Wasser niederfallen, so werden die quellsauren vorzugsweise gefällt, wenn man die Lösung der gemengten Säuren in Alkohol mit Lösungen essigsaurer Salze in Alkohol vermischt.

Um das Sättigungsvermögen der Quellsatzsäure zu bestimmen, zerlegte ich quellsatzsaures Bleioxyd (gebildet von der schwerlöslicheren Säure), welches nach dem Trocknen bei 100° C. in wasserfreier Luft 0,4365 wog mit Schwefelsäure, und erhielt dadurch ein braunes schwefelsaures Salz, welches, nach der Glühung in einem offe-

neu

nen Tiegel, graulich war und 0,2535 wog. Es wurde erst mit Salpetersäure und dann mit Schwefelsäure behandelt, und wog nun geglüht 0,268. Nach diesen Datis wäre das Atomgewicht der Säure 1693,0 und deren Sättigungsvermögen 5,9. Ein Versuch mit quellsatzsaurem Baryt, jedoch in allzu kleinem Maafsstabe angestellt, weil das Salz sich meistentheils beim Waschen auflöste, gab, nach Trocknung des Barytsalzes auf angegebene Weise, Glühen desselben und Sättigung der Baryterde mit Salzsäure, die Hälfte des Gewichts an Chlorbarium, woraus das Atomgewicht der Säure 1642,2 wäre.

Quellsatzsaures Alkali erhält man am besten neutral, wenn man Quellsatzsäure in essigsaurem Alkali auflöst, die Lösung verdunstet, und aus dem Rückstand das essigsaure Alkali mit Alkohol auszieht. Es trocknet zu einer schwarzen rissigen, leicht zerreiblichen Masse ein, welche sich in Wasser mit schwarzbrauner Farbe löst. Die concentrirte Flüssigkeit ist etwas schleimig. Es wird von Alkohol so gefällt, dafs die Flüssigkeit klar wird.

Das *Ammoniaksalz* wird beim Abdunsten sauer, löst sich dann leicht wieder in Wasser und röthet Lackmuspapier. 100 Th. bei 100° C. in wasserfreier Luft getrockneter Quellsatzsäure gaben nach Auflösung in Ammoniak und Eintrocknung im Wasserbade 113,22 Theile wieder. Diefs entspricht, nach dem angeführten Atomgewicht, recht nahe dem Hinzutritt von einem Atom Wasser und einem einfachen Atom Ammoniak, folglich der Bildung von doppelt quellsatzsaurem Ammoniak. Der Berechnung nach hätten es 112,98 seyn müssen. Wenn dieses Salz bei 100° C. einem Luftstrom ausgesetzt wird, so geht ferner Ammoniak fort und es löst sich dann nicht mehr vollkommen in Wasser.

Die quellsatzsauren *Erden* sind schwarzbraune Niederschläge, welche beim Waschen allmälig mit gelber Farbe aufgelöst werden. Verdunstet man die Lösung,

so bleibt ein brauner rissiger Rückstand, welcher sich wieder in Wasser löst. Mit Ueberschufs an Basis bilden sich ganz unlösliche Salze. Quellsatzsaures Alkali kann durch Kalkhydrat ätzend gemacht werden.

Die Quellsatzsäure hat eine besondere Verwandtschaft zum *Thonerdehydrat*. Digerirt man Quellsatzsäure mit diesem Hydrat in Ueberschufs, so wird die Säure ausgefällt. Mit weniger Hydrat erhält man quellsatzsaure Thonerde in der Lösung. Auch wenn man quellsatzsaures Alkali mit diesem Hydrat digerirt, wird sie so vollkommen ausgefällt, dafs die Flüssigkeit ihre Farbe verliert, und hierauf nur eine Spur von Quellsäure enthält. Der Niederschlag ist schwarzbraun. Nach dessen Verbrennung findet man im Rückstand Alkali und Thonerde, so dafs sich also hier ein unlösliches Doppelsalz gebildet hat. Digerirt man die auf diese Weise hervorgebrachte Verbindung mit verdünntem Ammoniak, so wird nichts davon aufgelöst, oder wenn das Ammoniak etwas auflöst, so ist es meist quellsaure Thonerde. Nach Verdunstung des überschüssigen Ammoniaks bleibt eine braune Masse, aus welcher Wasser ein saures quellsaures Salz von Ammoniak und Thonerde zieht, mit Hinterlassung von quellsatzsaurer Thonerde Die Quellsäure kann durch essigsaures Kupferoxyd gefällt werden; allein dieser Niederschlag ist ein quellsaures Doppelsalz von Kupferoxyd und Thonerde. Quellsatzsaures Ammoniak mit Ueberschufs an Ammoniak löst eine Portion Thonerdehydrat auf. Darüber hinaus zugesetzt, fällt das Thonerdehydrat das quellsatzsaure Salz gänzlich. Aus dem Thonerde-Niederschlag habe ich die Quellsatzsäure nicht abscheiden können, weil die Thonerde überall mit folgt, und Säuren die Verbindung nicht anders lösen als bei einer Temperatur, bei welcher sie durch ihre Einwirkung die Zusammensetzung der Säure umzuändern scheinen.

Die Quellsatzsäure und ihre Salze fällen die zuvor bei der Quellsäure aufgezählten Metallösungen auf die-

selbe Weise wie diese letztere Säure, nur sind die Niederschläge braun. Zinnoxydul- und Quecksilberoxyd-Salze werden nicht von ihnen gefällt.

Das *quellsatzsaure Kupferoxyd* ist unter ihnen dasjenige, welches ich am meisten studirt habe. Gefällt aus einer durch Essigsäure angesäuerten Lösung ist es ein saueres Salz, braun an Farbe und schleimig. Von reinem Wasser wird es in geringer Menge und mit dunkelgelber Farbe gelöst. Die Lösung schmeckt unangenehm metallisch und hinterläfst nach dem Eindunsten einen schwarzbraunen Rückstand, welcher wieder in Wasser löslich ist. Wird die gelbe Lösung mit einer geringen Menge Alkali vermischt, so erhält man einen Niederschlag von anscheinend gleicher Beschaffenheit, der indefs das neutrale Salz ist. Mit Ammoniak giebt das in Wasser lösliche saure Salz ein in Wasser lösliches braunes Doppelsalz, das sich nach der Eintrocknung wieder in Wasser löst. Ich habe auch mit Natron ein Doppelsalz erhalten, welches nach der Abdunstung wieder in Wasser löslich ist, und welches einmal, aber späterhin nicht wieder, in dunkelbraunen Schuppen erhalten wurde.

Quellsatzsaures Eisenoxydul ist ein in Wasser lösliches Salz, welches an der Luft in ein basisches Oxydsalz übergeht. Mit Eisenoxydul verbindet sich die Quellsatzsäure zu einem basischen, schwarzen Salz, welches in Flocken niederfällt, wenn quellsatzsaures Alkali, dem etwas ätzendes Ammoniak zugesetzt worden, mit einem Eisenoxydulsalz vermischt wird. Es wird an der Luft braun und nimmt ganz die Farbe des Ockers vom Porlawasser an.

Quellsatzsaures Eisenoxyd ist ein schwarzer flockiger Niederschlag, welcher entsteht, wenn Quellsatzsäure im freien oder gesättigten Zustand zu einer Lösung von neutralem schwefelsaurem Eisenoxyd gesetzt wird. Diefs Salz löst sich mit schwarzer Farbe in ätzendem Ammoniak. Nach Verdunstung zur Trockne bleibt eine schwarze extract-

ähnliche Masse, aus welcher Wasser ein neutrales Doppelsalz auflöst und ein basisches Oxydsalz zurückläfst. Auch vom ätzenden Kali wird das quellsatzsaure Eisenoxyd im ersten Augenblick gelöst, hernach aber gefällt, und zwar so, dafs quellsatzsaures Kali in der Lösung bleibt und ein basisches Oxydsalz niederfällt. Völlig kann aber doch die Flüssigkeit vom Eisen nicht anders befreit werden, als dafs man durch sie einen Strom von Schwefelwasserstoffgas durchleitet.

Die bisher angeführten Versuche sollen nur als eine Beweisführung betrachtet werden, dafs der in dem Porlawasser und vermuthlich in den meisten Mineralwässern enthaltene sogenannte Extractivstoff eine Verbindung ist von zwei elektronegativen, aus Kohle, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff bestehenden Körpern, welche, wie ich es weiterhin durch ihren Vergleich mit ähnlichen Körpern erweisen will, als bisher unbekannt angesehen werden können. Zu einer richtigen Kenntnifs derselben sind ausführlichere Untersuchungen nöthig, als ich Gelegenheit hatte anzustellen, da der Hauptzweck meiner Untersuchung die Erforschung der Zusammensetzung des Porlawassers war, und ich, eine weit ausgedehntere Untersuchung nicht voraussehend, mich nicht mit dem dazu erforderlichen Material versehen hatte.

Ich habe angeführt, dafs ich das, was man bei anderen Mineralwässern Extractivstoff genannt hat, für dieselben Säuren halte. Um Gewifsheit darüber zu erlangen, sammelte ich von dem Ocker aus einer eisenhaltigen Quelle, die am Nordstrande des Mälar-Sees, auf den Aeckern von Ekholmssund in Westerâs-län entspringt, und ein farbloses Wasser liefert. Dieser Ocker gleicht im Aeufsern nicht dem der Porlaquelle, sondern hat ganz und gar das Ansehen von reinem Eisenoxydhydrat. Als ich ihn auf die beim Porla-Ocker angeführte Weise be-

handelte, erhielt ich daraus eine nicht unbedeutende Portion von Quellsäure und Quellsatzsäure *).

Ein Eisenocker, von dem auf den Aeckern von Lisma in Roslagen zwei besondere Lager gefunden worden, auf gleiche Weise untersucht, gab ebenfalls diese Säuren.

Ein Sumpferz aus Småland, von der Art, welche man *penningemalm* nennt, gab bei gleicher Behandlung dieselben ebenfalls. Es enthielt weniger von ihnen als der Ocker von Lisma, würde aber doch, pfundweis angewandt, hinlängliche Mengen zu einer ausführlichen Untersuchung liefern. Ich hatte nur einige Grammen zur Hand.

Ein Zufall verschaffte mir gleichzeitig mit diesen Untersuchungen Gelegenheit, Quellsäure von einer noch anderen Lagerstätte kennen zu lernen. Während des Mifswachses, von dem das nördlichste Schweden in den Jahren 1831 und 1832 heimgesucht wurde, hatte man im Sommer 1832 im Kirchspiele Degernä, in Norbottenslän einige Fufs unter der obersten Erde ein Lager von mehlförmiger Erde aufgefunden, welche sowohl im Anfühlen als im Aussehen einem Getreidemehl so glich, dafs die Bewohner den Versuch machten, sie mit andern Mehl zum Brotbacken zu vermischen. Der Königliche Landeshauptmann, hievon unterrichtet, schickte eine Probe von jenem Mehle ein, mit der Anfrage, ob von dessen Anwendung irgend ein Nachtheil für die Gesundheit zu besorgen sey. Bei der Untersuchung, welche ich damit anstellte, fand sich, dafs dieses Erdmehl hauptsächlich aus Kieselerde bestand, welche aber beim Glühen schwarz

*) Brandes hat einen Stoff beschrieben, welchen er aus dem Ocker vom Tatenhauser Wasser zog (Poggendorff's Annal Bd. XIX S. 93). Dieser Stoff hat viele Aehnlichkeit mit dem Kalisalz der hier untersuchten Säuren, ist aber doch in einigen Stücken davon verschieden. Er fand, dafs derselbe Kupfersalze mit blauer Farbe fällte, auch dafs Galläpfelaufgufs von ihm gefällt wurde,

wurde und nach verbranntem Thierstoff roch. Um diesen Stoff auszuziehen digerirte ich die Kieselerde mit ätzendem Ammoniak, welches sich dadurch braungelb färbte und nach der Abdunstung eine bräunliche, extractähnliche, sauer reagirende Masse gab; diese liefs bei Wiederauflösung in Wasser eine gelbliche Kieselerde zurück, und gab eine Lösung, aus welcher mit essigsaurem Kupferoxyd quellsaures Kupferoxyd, gemengt mit wenig quellsatzsaurem, niedergeschlagen, und aus demselben durch Schwefelwasserstoffgas Quellsäure abgeschieden werden konnte.

Da das Vorkommen der Quellsäuren so allgemein verbreitet ist, so mufs ihre Entstehung unter den Rückständen organischer, der Verwesung ausgesetzter Producte gesucht werden. Zu dem Ende untersuchte ich den schwarzbraunen pulverförmigen Ueberrest eines in einem Moraste vollkommen verfaulten Eichenstammes. Wasser löste von der schwarzbraunen Erde wenig oder nichts; aber kohlensaures Ammoniak, welches damit digerirt wurde, zerlegte es langsam unter Entwicklung von Kohlensäuregas. Dadurch entstand eine schwarzbraune Lösung, ganz der von einem quellsatzsaurem Salze gleich, welche im Wasserbade eingetrocknet, dann wieder in Wasser aufgelöst und filtrirt wurde. Nach der Filtration, die wie bei den zuvor beschriebenen quellsatzsauren Salzen langsam vor sich ging, wurde sie mit Salzsäure gefällt, von dem reichlichen, gelatinösen, braunen Niederschlag abfiltrirt und die durchgegangene Flüssigkeit genau mit kohlensaurem Ammoniak gesättigt, darauf mit Essigsäure angesäuert, nun mit essigsaurem Kupferoxyd versetzt und der entstandene gelatinöse Niederschlag abfiltrirt. Die durchgegangene klare Flüssigkeit wurde mit kohlensaurem Ammoniak neutralisirt und mit essigsaurem Kupferoxyd gefällt, wodurch quellsaures Kupferoxyd niederfiel, welches, mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt, Quellsäure gab.

Der mit Salzsäure erhaltene gelatinöse Niederschlag wurde zur Abscheidung der sauren Mutterlauge mit mehr Wasser gewaschen, wobei er anfing sich in gröfserer Menge aufzulösen. Er löste sich wie die Quellsatzsäure in einer Lösung von essigsaurem Kali, und als die Flüssigkeit zur Verjagung der Essigsäure abgedunstet ward, blieb ein neutrales Salz zurück. Nachdem der Ueberschufs des essigsauren Kali's mit Alkohol ausgezogen worden, gab das rückständige Kalisalz bei der trocknen Destillation viel Ammoniak, ganz wie das quellsatzsaure Alkali, dem es in seinem ganzen Verhalten und in allen seinen Reactionen gegen Metallsalze vollkommen glich. Sogar der mit essigsaurem Kupferoxyd erzeugte Niederschlag löste sich beim Auswaschen im Wasser, wie der von der Quellsatzsäure. Ihr Kalisalz gab mit Chlorbarium und mit Chlorcalcium gefällt ganz eben solche Niederschläge wie das der Quellsatzsäure, und aus der gefällten Flüssigkeit und dem Waschwasser konnte, wie bei dem quellsatzsauren Kali angeführt wurde, quellsaures Kupferoxyd gefällt werden.

Ungeachtet dieser Gleichheit fanden sich doch einige Verschiedenheiten, welche nicht erlauben beide Stoffe für identisch zu halten. Erstlich fällt die Quellsatzsäure nicht so vollständig mit Salzsäure nieder als dieser Stoff, auch wird sie nicht gelatinös, sondern stellt ein braunes Pulver dar, welches weit löslicher im Wasser ist als der gelatinöse Niederschlag. Zweitens ist die Quellsatzsäure vollkommen löslich in Salpetersäure, der obige gelatinöse Niederschlag aber nur sehr unbedeutend; und drittens hat der letztere ein weit geringeres Sättigungsvermögen. 100 Theile seiner Verbindung mit Baryterde, bei 100° in wasserfreier Luft getrocknet, gaben nach Verbrennung und nach Verwandlung des Rückstands in Chlorbarium von letzterem 28,52; darnach wäre sein Sättigungsvermögen 2,8, gleich dem des Humus, und sein Atomgewicht 3599,59.

Ich setzte die Zerlegung einer Portion dieses stickstoffhaltigen Humus mit Salpetersäure fort, so lange als sich noch Stickstoffgas entwickelte; dadurch erhielt ich nach Abrauchung der Säure im Wasserbade eine graugelbe, aufgeschwollene, trockene Masse, welche sich im Wasser mit dunkelgelber Farbe löste. Sie hatte einen sauren und bitteren Geschmack, und hinterliefs einen gelben pulverförmigen Stoff zurück. Aus der mit Ammoniak neutralisirten Auflösung, welche braun, in's Gelbe fallend war, fällte essigsaures Kupferoxyd nichts. Sie wurde nun im Wasserbade eingetrocknet, der Rückstand wieder in Wasser gelöst, und die Lösung, nach Versetzung mit Essigsäure, mit essigsaurem Kupferoxyd niedergeschlagen. Das Gefällte glich quellsatzsaurem Kupferoxyd vollkommen, und gab, nach weiterer Behandlung auf die bereits mehrmals erwähnte Art, einen ganz dem quellsauren Kupferoxyd gleichen Niederschlag. Völlig dasselbe war der Fall mit dem gelben, durch die Salpetersäure gebildeten schwerlöslichen Stoff, nach dessen Auflösung in Ammoniak und Abdunstung zur Trockne.

Das auf diese Weise erhaltene quellsaure Kupferoxyd gab, durch Schwefelwasserstoff zerlegt, eine Säure, welche im Ansehen und Geschmack der Quellsäure glich; wie diese löste sie sich in wasserfreiem Alkohol und färbte sich beim Abdunsten brauner, gab mit Kali ein Salz, welches bei trockner Destillation Ammoniak lieferte u. s. w., bildete mit Kalkerde ein in Wasser lösliches Salz, welches von überschüssiger Kalkerde gefällt wurde. Neben mehren anderen die Quellsäure charakterisirenden Eigenschaften fehlte ihr indefs eine, welche sehr ausgezeichnet ist, die nämlich, bei Vermischung mit einer verdünnten Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd im Wasser im ersten Augenblick einen braunen bald verschwindenden Schein, und dann einen blafsrothen, fast weifsen Niederschlag zu geben. Die hier in Rede stehende Säure gab, im freien, wie im gebundenen Zustand,

keinen Niederschlag mit Eisenoxydsalzen. Ganz dasselbe war der Fall mit der Quellsäure, welche aus den Producten der Einwirkung von Salpetersäure auf wirkliche Quellsäure und Quellsatzsäure erhalten wurde.

Das erhaltene quellsatzsaure Kupferoxyd gab mit Schwefelwasserstoff einen Körper, welcher ganz der Quellsatzsäure glich, aber Leimlösung fällte, welches die natürliche nicht thut.

Die Gleichheit dieser Producte, mit denen, welche bei Auflösung des Roheisens in Salpetersäure erhalten werden, veranlafste, sie auch mit diesen zu vergleichen. Der braune, in Säuren und Wasser unlösliche Rückstand zeigte sich in ätzendem Ammoniak löslich, ganz wie quellsatzsaures Eisenoxyd. Nach Abdunstung der Flüssigkeit zog Wasser aus dem Rückstand ein neutrales Doppelsalz von Eisenoxyd und Ammoniak aus, mit Hinterlassung eines basischen Oxydsalzes. Das Ammoniak liefs Kieselerde zurück, braun gefärbt von demselben elektronegativen Körper; die Kieselerde ward fast weifs beim Trocknen. Aus der Eisenlösung wurde durch Fällen und Kochen mit überschüssigem Aetzkali eine gelbbraune alkalische Flüssigkeit erhalten, welche, nach Sättigung durch Essigsäure, mit essigsaurem Kupferoxyd einen graugrünen, leichten, flockigen Kupferniederschlag gab, der quellsaurem Kupferoxyd glich. Dieser wurde durch Schwefelwasserstoff zerlegt und die Säure abgedunstet. Sie war krystallinisch, löslich in wasserfreiem Alkohol, und hinterliefs ein Salz, welches den unlöslichen Rückständen bei der Behandlung der Quellsäure mit Alkohol ähnlich war; allein das nach der Verdunstung des Alkohols Zurückbleibende war krystallinisch und enthielt Ammoniaksalz. Das Resultat war also unrein.

Diefs führte mich zur Behandlung der Kohle mit Salpetersäure. Es ist bekannt, dafs dabei ein Theil der Kohle von der Säure gelöst wird, ein anderer aber zurückbleibt, als schwarzbraune, rufsähnliche, pulverförmige

Masse, welche, wenn ganze Kohlenstücke angewandt wurden, deren Form besitzt. Die saure Flüssigkeit wurde mit so viel Wasser verdünnt, dafs sie von dem braunen Unlöslichen abfiltrirt werden konnte.

Die Lösung ist dunkelbraun und giebt bei Eintrocknung im Wasserbade bekanntlich Gerbstoff. Sie wurde in zwei Theile getheilt, der eine von ihnen durch Abdunstung in Gerbstoff verwandelt, der andere mit Ammoniak übersättigt.

Ich werde nun die einzelnen Versuche mit diesen drei Producten beschreiben, und dabei mit dem letzten anfangen.

1) Lösung in Salpetersäure, übersättigt mit Ammoniak.

Sie liefs nichts fallen, als sie mit Essigsäure etwas angesäuert wurde. Essigsaures Kupferoxyd fällte aus ihr einen hellbraunen, gelatinösen Körper in geringer Menge, der nicht näher untersucht wurde. Durch Neutralisation der Essigsäure und neuen Zusatz von essigsaurem Kupferoxyd erhielt ich nur noch eine geringe Quantität desselben hellbraunen Niederschlags. Essigsaures Bleioxyd fällte einen schwachen gelblichen, ziemlich reichlichen Niederschlag, welcher gewaschen und durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt wurde. Die abgeschiedene Säure war gelb. Sie wurde abgedunstet, da sie aber bei einer gewissen Concentration sauer schmeckte wie eine Mineralsäure und nach dem Eindunsten zur Syrupssteife anfing sich mit Blasen zu erfüllen, die nach Stickstoffoxydgas rochen, so wurde sie mit Ammoniak neutralisirt, dessen Ueberschufs verdunstet, die Masse in Wasser gelöst und mit essigsaurem Bleioxyd versetzt, wodurch ein voluminöser, quellsaurem Bleioxyd gleichender Niederschlag entstand, der, gesammelt, gelber als gewöhnlich war. Letzteres rührte her von einem besonderen gelben Stoff, welcher für sich nicht von Bleisalzen gefällt wird, der Quellsäure aber in ihrem Niederschlag mit folgt. Das Ge-

fällte wurde gewaschen, mit Schwefelwasserstoff zerlegt und die Lösung unter der Luftpumpe abgedunstet. Sie gab nun eine gelbe rissige Säure, welche wie Quellsäure schmeckte, bei eintägigem Aussetzen der Luft aber nicht erweichte, und beim Einkochen wieder mehre Blasen bekam. Diese Säure enthielt also zugleich eine andere, aber ihre Auflösung verhielt sich zu Reagenzien, wie wenn sie wirklich Quellsäure enthielt, die Niederschläge mit essigsaurem Kupferoxyd und salpetersaurem Silberoxyd waren ganz denen jener gleich und letzterer ward purpurfarben. Mit schwefelsaurem Eisenoxyd gab sie beim Einfallen einen dunkeln Schein wie die Quellsäure, aber der Niederschlag verschwand und die Flüssigkeit ward klar. Indefs bildete sich doch ein oder das andere Mal ein Niederschlag darin, der dem quellsauren Eisenoxyd so gleich war, dafs er wohl für dasselbe genommen werden konnte, aber er war in ätzendem Ammoniak nur zum Theil löslich.

Sie gab auch, bei Uebersättigung mit Kalkwasser, eine gelbe unlösliche Verbindung.

2) Künstlicher Gerbstoff, übersättigt mit Ammoniak.

Zur Abscheidung der anhängenden Salpetersäure wurde der Gerbstoff ein Paar Mal in Wasser gelöst und im Wasserbade abgedunstet, und dann erst mit Ammoniak gesättigt. Auch wurde zuvor sein Verhalten zu Leimlösung untersucht; er gab damit einen reichlichen Niederschlag. Die Lösung in Ammoniak wurde zur Trockne verdunstet; der Rückstand war eine schwarzbraune rissige Masse, ähnlich einem Gemenge von quellsaurem und quellsatzsaurem Ammoniak. Sie löste sich vollkommen im Wasser. Versetzt mit etwas Essigsäure und dann mit essigsaurem Kupferoxyd, gab sie einen Niederschlag, der quellsatzsaurem Kupferoxyd ähnlich, aber nicht so löslich wie dieses in Wasser war.

Nachdem dieser abgeschieden war, liefs sich, unter

Beachtung der zuvor genannten Vorsichtsmafsregeln, quellsaures Kupferoxyd abscheiden, und aus diesem mit Schwefelsäure eine Säure darstellen, die ganz der Quellsäure glich. Sie löste sich in wasserfreiem Alkohol mit Hinterlassung eines quellsauren Salzes. Die aus dem Alkohol durch Abdunstung wieder erhaltene Säure hatte eine dunkelgelbe Farbe, schmeckte genau wie Quellsäure, wich aber doch in folgenden Reactionen von ihr ab. Sie fällte essigsaures Kupferoxyd ganz unbedeutend, bevor sie neutralisirt worden, und liefs schwefelsaures Eisenoxyd und salpetersaures Silberoxyd ungefällt; allein das im Alkohol unlösliche Salz gab, in Wasser gelöst, mit schwefelsaurem Eisenoxyd einen Niederschlag von quellsaurem Eisenoxyd.

Die Flüssigkeit, aus welcher das quellsaure Kupferoxyd gefällt worden, gab mit essigsaurem Bleioxyd keinen Niederschlag. Durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt, hinterliefs sie eine gelbe Lösung, welche essigsaures Ammoniak enthielt, und einen brennbaren gelben Farbstoff, welcher ohne die Gegenwart der Quellsäure nicht mit Blei niederfiel, nicht einmal mit Bleiessig. Salpetersaures Ammoniak fand sich nicht darin.

Der künstliche Gerbstoff war also durch Einwirkung des Alkali's zerlegt in einem gelben Stoff und in zwei Säuren, welche ganz der Quellsäure und der Quellsatzsäure glichen.

3) Der gefällte braune Stoff, welcher von der Salpetersäure bei ihrer Einwirkung auf die Kohle nicht gelöst wird.

Dieser ist theils ein feines Pulver, theils von der Form der angewandten Kohlenstücke. Nach dem Trocknen gleicht er vollkommen Rufs. Die Kohlenstücke fallen bei dem geringsten Druck von einander. Er ist im geringen Grade löslich in Wasser, weit löslicher aber in wasserfreiem Alkohol, nach dessen Verdunstung er als rissige

Masse zurückbleibt. Er röthet Lackmuspapier. Er ist sowohl im freien Alkali, z. B. im Ammoniak, als im essigsauren Ammoniak ohne Rückstand löslich. Die Lösung sieht aus wie die eines quellsauren Salzes. Eine Portion von ihm, im Ammoniak gelöst und eingetrocknet, gab eine rissige schwarze Masse, die quellsaurem Ammoniak vollkommen glich, sauer reagirte und von Wasser wieder gelöst wurde. Die trockne Masse wurde mit Alkohol von 0,86 ausgezogen, welcher sie dadurch gelb färbte. Aus der alkoholischen Lösung fällte essigsaures Bleioxyd eine Portion quellsaures Bleioxyd, worin sich die Quellsäure in der Abänderung befand, dafs sie die richtige Reaction mit Eisenoxydsalzen gab. Die ausgefällte Lösung, welche gelb war, wurde durch Schwefelwasserstoff vom Blei befreit; dann abgedunstet, hinterliefs sie eine Salzmasse, die durchdrungen war von einem brandgelben Stoff. Wasserfreier Alkohol löste zugleich den gelben Farbstoff und einen Theil des Salzes. Das Salz war salpetersaures Ammoniak.

Die im Alkohol unlösliche Ammoniakverbindung verhielt sich in allen Stücken wie quellsatzsaures Ammoniak. Der braune unlösliche Stoff war also durch Sättigung mit Ammoniak zerlegt worden in Salpetersäure, einen gelben, von Kupfer- und Bleisalzen nicht fällbaren Stoff, und in zwei Säuren, welche der Quellsäure und der Quellsatzsäure glichen. Ein anderer Theil des braunen Stoffs wurde in essigsaures Kali gelöst, durch Zusatz von Weingeist gefällt, der Niederschlag mit schwachem Weingeist gewaschen, getrocknet und darauf der trocknen Destillation unterworfen, wobei er eine ammoniakalische Flüssigkeit gab.

Ein anderer Theil desselben Salzes wurde mit essigsaurem Baryt gefällt und der Niederschlag wohl gewaschen. Aus der filtrirten Flüssigkeit und dem Waschwasser wurde durch Zusatz von essigsaurem Kupferoxyd quellsaures Kupferoxyd gefällt. Die Barytverbindung war

im Waschwasser weit weniger löslich als der wirkliche quellsatzsaure Baryt. 29,9 Th. derselben auf die zuvor angeführte Art zerlegt, gaben 10,6 Chlorbarium. Darnach hätte diese Säure das Atomgewicht 2708,7 und das Sättigungsvermögen 3,7. Sie ist folglich keine Quellsatzsäure, auch nicht dieselbe wie die vom verfaulten Holz. — Sie wird auch aus ihren Auflösungen weit vollständiger durch Säuren gefällt, und von Salpetersäure wenig oder gar nicht gelöst. Von gleicher Art ist die, welche bei Auflösung des Gufseisens in Salpetersäure entsteht.

Aus der eben angeführten Untersuchung scheint zu folgen, dafs sowohl Humus als Kohle bei Behandlung mit Salpetersäure eigene Producte liefern, über deren Natur diese Versuche zwar nichts ausmachen, die aber das gemein haben, dafs sie bei Sättigung mit Alkali oder gar nur mit essigsaurem Alkali und nachheriger Eintrocknung durch die Verwandtschaft des Alkali's eine solche Aenderung in ihrer Zusammensetzung erfahren, dafs dadurch zwei stickstoffhaltige Säuren, welche die gröfste Aehnlichkeit mit der Quellsäure und Quellsatzsäure haben, gebildet werden nebst einem gelbgefärbten Stoff, dessen Untersuchung bei Seite gesetzt wurde, obgleich er in bestimmter Menge sich den durch die Säuren bewirkten Niederschlägen eingemengt.

Ob diese beiden Säuren wirklich Quellsäure und Quellsatzsäure sind, nur abgeändert in einigen ihrer Eigenschaften durch die Verbindung mit einem andern Stoff, oder, ob sie zu zwei Säuregattungen von nahe verwandten Eigenschaften, aber verschiedenartiger Zusammensetzung gehören, nach Art der verschiedenen pflanzlichen Gerbstoffe, — oder endlich, ob die Quellsäure darin dieselbe ist wie die durch Verfaulen organischer Stoffe entstehende, nur verunreinigt mit einem möglicherweise abscheidbaren Stoff, und ob die der Quellsatzsäure gleichende Stoffe verschieden oder einander ähnlich sind und zu der grofsen Klasse von Körpern gehören, wel-

che wir Absätze oder Apothema nennen, — sind Fragen, welche durch das Vorhergehende nicht positiv beantwortet werden, von denen aber die letzte am wahrscheinlichsten ist.

Nach dieser langen Abschweifung komme ich nun zu der Hauptfrage: Woher rühren die im Wasser und im Erdmehl befindlichen Quellsäuren? Wir haben gesehen, dafs sie Producte der Zerstörung organischer Stoffe sind; sie müssen also in gröfserer oder geringerer Menge aufgelöst seyn in dem Meteorwasser, welches in die Erde eindringt und sich mit dem aus gröfserer Tiefe hervorkommenden, kohlensaures Alkali, kohlensaure Erde und Metalloxyde enthaltenden Wasser vermischt. Auf diese Weise kann das Porlawasser versehen seyn mit Bestandtheilen, die aus der Tiefe kommen, und mit anderen, die sich von der Erdoberfläche herschreiben, entweder dadurch, dafs das Wasser, welches die ersteren aus der Tiefe aufnimmt, zuvor die letzteren von der Oberfläche mitgeführt hat, oder dafs es in der porösen Erdschicht mit anderem Wasser zusammentrifft, welches diese von der Oberfläche zuführt, und für welche beide die Ader am Boden der Quelle der gemeinschaftliche Abflufskanal ist.

Man hat befürchtet, die Entwässerung des Moores, welches die Porlaquelle umgiebt, möge den Gehalt des Wassers verändern. Jedoch ist dazu kein Grund vorhanden. In einem Moore wird kein eisenhaltiges Wasser bereitet. Das Laboratorium, wo das Wasser mit seinen Bestandtheilen versehen wird, liegt nicht am Tage. Im Gegentheil ist der Wall um die Quelle, durch Eindeichung des Moores, zum Nutzen derselben gemacht, weil dadurch die sogenannten wilden Wässer verhindert werden in die Quelle einzusickern, und das aus der Ader kommende eisenhaltige, eigentliche Heilwasser zu verdünnen.

4. Untersuchung des aus dem Quellwasser aufsteigenden Gases.

Zufolge meiner früheren Untersuchung des Porlawassers besteht dieses Gas aus einem Gemenge von Stickgas und Kohlensäuregas. Es ist ein seltsames, obwohl dem Porlawasser nicht allein angehöriges Phänomen, dafs Stickgas in Blasen vom Boden aufsteigt. Man hat bisher keine recht annehmbare Vermuthung gehabt, wovon dieser Stickgasgehalt sich herschreibe. Die Porlaquelle ist indefs eine der ersten, bei der diese Erscheinung beobachtet wurde.

Das Gas wurde in Flaschen aufgefangen, die an der Oeffnung mit einem Trichter versehen, mit dem Quellwasser gefüllt und umgekehrt in der Quelle aufgehängt waren. Die Flaschen wurden mit dem Gase fast gefüllt und dann mit Glasstöpseln verschlossen, die zuvor, zum vollkommen dichten Verschlufs, mit etwas Talg bestrichen waren. Die Untersuchung des Gases geschah hier in Stockholm.

Es wurde aus den Flaschen über Quecksilber in Eprouvetten geleitet, und durch ein Stück Chlorcalcium, das, an einem Stahldraht befestigt, in dasselbe gebracht ward, wohl getrocknet. Nachdem das Chlorcalcium sechs Stunden lang in dem Gase verweilt hatte, wurde es herausgezogen, das Volum des Gases bestimmt, und nun, ebenfalls an einem Stahldraht befestigt, ein Stück Kalihydrat hineingebracht, und als das Gasvolum nicht mehr abnahm auch dieses herausgezogen, dann ein neues Stück eingeführt, um sicher zu seyn, dafs die Absorption nicht aus Mangel an hinreichendem Kalihydrat aufgehört habe. Nach einer Mittelzahl aus vier Versuchen enthielt das Gas 14,5 Procent oder ein Siebentel seines Volums an Kohlensäure. Der Rückstand verhielt sich bei allen Versuchen als Stickgas.

Da man oft Kohlenwasserstoffgas in Mineralwässern auf-

aufsteigend antrifft, und dieses also auch hier vermuthet werden konnte, so wurde das rückständige Stickgas mit einem gleichen Volum Wasserstoffgas gemengt und ein gleiches Volum Sauerstoffgas hinzugesetzt, um damit in einer passenden Verpuffungsröhre verbrannt zu werden. Indefs liefs es sich doch nicht durch einen elektrischen Funken entzünden, auch dann nicht, als eine geladene Leidner Flasche zwischen den Drähten der Verpuffungsröhre entladen wurde. Erst als Sauerstoffgas und Wasserstoffgas in doppelt so grofsen Mengen angewandt wurden, fand eine Verbrennung statt, und nun zeigte hineingebrachtes Kalkwasser eine geringe Trübung, ohne alle merkbare Verminderung des Gasvolums.

Dieser Umstand, dafs das Gasgemenge sich nicht entzünden liefs, wenn 1 Vol. Stickgas aus dem Porlawasser mit 1 Vol. Sauerstoffgas und 1 Vol. Wasserstoffgas gemengt wurde, blieb bei mehren Proben constant. Ich kann die Ursache davon nicht einsehen, da atmosphärische Luft, gemengt mit 0,4 ihres Volums an Wasserstoffgas, rasch verpufft; obgleich dabei das relative Volum des unverbrennlichen Theils gröfser ist als bei jenem Gemenge.

Mengt man das Gas mit gleichen Volumen Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, und bringt frisch ausgeglühten Platinschwamm hinein, so wird dieser glühend, ohne das Gas anzuzünden, und nach Beendigung der Wasserbildung findet dieselbe geringe Trübung des Kalkwassers statt wie nach der Verpuffung mit dem elektrischen Funken. Bei einem anderen Versuch wurde das Stickgas mit Sauerstoffgas in einer gekrümmten Eprouvette gemengt, eine frisch ausgeglühte Kugel von Thon und Platinschwamm hineingebracht, und der gekrümmte Theil der Eprouvette eine ganze Weile lang bis zum anfangenden Glühen erhitzt. Nach Erkaltung der Gase zeigte sich keine Volumsverminderung und Kalkwasser wurde darin nicht getrübt. Dieses Gas enthält also keine bestimmbare Menge Kohlenwasserstoffgas.

Es fehlte mir die Gelegenheit, an der Quelle Versuche über die Menge des in dem Wasser aufgelösten Gases anzustellen. Sie ist indefs nicht grofs, und das Wasser weit davon entfernt, mit Kohlensäure gesättigt zu seyn; allein es ist gesättigt mit einem Gemenge von Stickgas und Kohlensäuregas in solchem Verhältnisse, wie wenn über der Oberfläche des Wassers ein Gemenge von 6 Th. Stickgas und 1 Th. Kohlensäure befindlich wäre.

Da wir gesehen haben, dafs das Wasser stickstoffhaltige Bestandtheile enthält, welche vermuthlich auf die Länge der Zeit ihre Zusammensetzung nicht unverändert behalten, so kann die Vermuthung nicht ungereimt erscheinen, dafs Kohlensäure und Stickgas die Producte des Zersetzungsprocesses seyen, durch welchen die organische Substanz, unter Ausschlufs der Luft, in vollkommen unorganische Verhältnisse umwandelt, und dafs das Stickgas und ein Theil der Kohlensäure des Porlawassers einen solchen Ursprung haben. Ist diese Vermuthung richtig, so müssen alle Wässer, die viel Quellsäure enthalten, reich an aufgelöstem Stickgas seyn.

IV. *Dritte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität;* *von Herrn Michael Faraday.*

(Aus einem vom Verfasser übersandten besonderen Abzug der in den *Philosoph. Transact. f.* 1833. erscheinenden Abhandlung. — Die beiden ersten Reihen dieser Untersuchungen finden sich in den Annalen Bd. XXV. S. 91 u. 142. *P.*)

VII. Einerleiheit der Elektricitäten verschiedenen Ursprungs.

265) Die Fortsetzung der elektrischen Untersuchungen, welche ich die Ehre hatte, der Königl. Gesellschaft vorzulegen, führte mich zu einem Punkt, wo es für den fer-

neren Verfolg meiner Arbeit nothwendig wurde, keinen Zweifel an der Einerleiheit oder Verschiedenheit der auf mannigfache Weisen erregten Elektricitäten übrig zu lassen. Zwar ist es ganz richtig, dafs Cavendish *), Wollaston **), Colladon ***) und Andere einige der bedeutendsten Hindernisse für die Anerkennung der Einerleiheit gemeiner, thierischer und voltascher Elektricität aus dem Wege geräumt haben, und ich glaube, im Allgemeinen werden diese Elektricitäten wirklich als gleich von den Physikern angesehen. Allein andrerseits ist es eben so wahr, dafs man die Genauigkeit der Wollastonschen Versuche bestritten hat †), und dafs einer derselben, der von mehren Physikern vorzugsweise als Beleg für die chemische Action der gemeinen Elektricität angesehen worden ist (336. 346), wirklich keinen Beweis dafür abgiebt (309. 327). Ueberdiefs ist es Thatsache, dafs noch heut zu Tage mehre Physiker eine Unterscheidung zwischen den Elektricitäten verschiedenen Ursprungs machen, oder mindestens zweifeln, ob ihre Einerleiheit erwiesen sey. Humphry Davy z. B. hält es in seinem Aufsatz über den Zitterrochen ††) für wahrscheinlich, dafs die thierische Elektricität eine eigene Art ausmache, und

*) *Philosoph. Transact.* 1776, *p.* 196.

**) *Phil. Trans.* 1801, *p.* 434 (Gilbert's Ann. Bd. XI. S. 104).

***) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXIII p.* 62 (diese Annalen, Bd. VIII S. 336).

†) *Phil. Transact.* 1832, *p.* 282 Note (Ann. Bd. XXVII S. 554 Anmerk.).

††) *Philos. Trans.* 1829, *p.* 17 (Annal. Bd. XVI S. 314 und 315. »Die gemeine Elektricität wird auf Nichtleitern erregt u. s. w.» Magnetismus, ist er Elektricität unter einer anderen Form, gehört nur den vollkommenen Leitern an, und in seinen Modificationen, einer besonderen Klasse von ihnen). — Dafs Letzteres nicht der Fall sey, hat Dr. Ritchie gezeigt. *Phil. Trans.* 1832, *p.* 294 (Annal. Bd. XXVII S. 552. — Der dort angeführte Versuch ist, wie ich später bemerkt habe, bereits von Fechner in Schweigg. Journ. Bd. 57 (1829) S. 15 beschrieben. *P.*)

indem er sie mit der gemeinen Elektricität, der voltaschen Elektricität und dem Magnetismus vergleicht, sagt er: Bei Erforschung der mannigfaltigen Abänderungen und Eigenschaften, welche die Elektricität in diesen verschiedenen Formen darbietet, mögen sich wohl noch Unterschiede feststellen lassen etc. In der That brauche ich wohl nur auf den letzten Band der *Philosoph. Transactions* hinzuweisen, um zu zeigen, dafs die Frage keineswegs als erledigt zu betrachten ist *).

266) Ungeachtet man allgemein die verschiedenen Elektricitäten für identisch hält, sind offenbar die Beweise

*) *Philos. Trans.* 1832, *p.* 259. Dr. Davy hat bei Anstellung der Versuche mit dem Zitterrochen (Annal. Bd. XXVII S. 542) dieselben Wirkungen erhalten, welche von der gemeinen und der voltaschen Elektricität erzeugt werden, und sagt, dafs dieser Fisch in seiner magnetischen und chemischen Kraft nichts wesentlich Eigenthümliches darbiete (*p.* 274); allein *p.* 275 sagt er: es giebt andere Punkte des Unterschiedes, und nachdem er sie aufgezählt, setzt er hinzu: Wie sind diese Verschiedenheiten zu erklären? Erlauben sie eine Erklärung, ähnlich der, welche Cavendish in seiner Theorie des Zitterrochens aussprach, oder dürfen wir, nach der Analogie mit den Sonnenstrahlen annehmen, dafs die elektrische Kraft, sie mag nun durch die gewöhnliche Maschine, durch die voltasche Batterie oder durch den Zitterrochen erregt werden, keine einfache Kraft sey, sondern eine Combination von Kräften, welche in verschiedenartiger Verknüpfung vorkommen, und so die uns bekannten Varietäten von Elektricität hervorbringen?

Auf *p.* 279 desselben Bandes der *Philosoph. Trans.* beginnt Dr. Ritchie's Aufsatz, in welchem es unter andern heifst: »Gemeine Elektricität verbreitet sich auf der Oberfläche des Metalls; — voltasche Elektricität existirt dagegen innerhalb desselben. Freie Elektricität wird auf der Oberfläche des dünnsten Goldblatts eben so kräftig fortgeleitet als auf einer Masse Metall von derselben Oberfläche; — voltasche Elektricität erfordert Metalldicke zu ihrer Leitung;« — ferner *p.* 291: »Die vorausgesetzte Analogie zwischen der gemeinen und voltaschen Elektricität, welche seit der Erfindung der Säule so eifrig verfolgt wurde, schlägt *in diesem* Falle ganz fehl, wiewohl man glaubte, derselbe liefere die auffallendste Aehnlichkeit.«

dafür nicht klar und entscheidend genug gewesen, um die Billigung der Sachkenner zu erlangen. Die Aufgabe scheint mir viel mit der gemein zu haben, welche Humphry Davy so schön gelöst hat, nämlich der: Ob die voltasche Elektricität die, nach ihrer Einwirkung auf das Wasser, in demselben befindlichen Säuren und Alkalien immer blofs ausscheide, oder in einigen Fällen wirklich erzeuge. Dieselbe Nothwendigkeit, die ihn antrieb, den zweifelhaften Punkt, welcher sich der Ausbildung seiner Ansichten widersetzte und die Strenge seiner Schlüsse vernichtete, zur Entscheidung zu bringen, hat mich zur Ermittlung der Frage gezwungen, ob die gemeine und die voltasche Elektricität identisch oder verschieden seyen. Ich habe mich überzeugt, dafs sie identisch sind, und hoffe, dafs die Beweise, welche ich vorlegen werde, so wie die aus ihnen hervorgehenden Resultate für beachtungswürdig von der K.-Gesellschaft gefunden werden mögen.

267) Die mannigfachen Erscheinungen, welche die Elektricität darbietet, lassen sich zum Behufe des Vergleichs in zwei Klassen bringen; zu der ersten gehören die der Spannungs-Elektricität, zu der andern die der strömenden Elektricität. Ich mache diese Unterscheidung, nicht weil sie philosophisch, sondern weil sie bequem ist. Die Wirkung der Spannungs-Elektricität besteht übrigens entweder aus Anziehung oder aus Abstofsung in merklichen Entfernungen. Als Wirkungen elektrischer Ströme lassen sich nennen: 1) Wärme-Erregung, 2) Magnetismus, 3) chemische Zersetzungen, 4) Physiologische Erscheinungen, und 5) Funken. Meine Absicht wird nun seyn, die aus verschiedenen Quellen entspringenden Elektricitäten, besonders die gemeine und die voltasche, hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Hervorbringung dieser Wirkungen mit einander zu vergleichen.

268) *Spannung.* Untersucht man die Enden einer voltaschen Batterie von 100 Plattenpaaren mit einem gewöhnlichen Elektrometer, so findet man sie bekanntlich positiv und negativ. An dem nämlichen Ende der Batterie stofsen die Goldblättchen einander ab, an den entgegengesetzten Enden befindlich, ziehen sie sich an, selbst wenn zwischen ihnen eine Luftschicht von einem Zoll und mehr in Dicke befindlich ist.

269) Dafs gemeine Elektricität sich aus Spitzen mit Leichtigkeit in die Luft entladet, sie stark verdünnte und auch erhitzte Luft, wie z. B. eine Flamme, ohne weiteres durchdringt, rührt von ihrer hohen Spannung her. Ich suchte daher nach ähnlichen Wirkungen bei der Entladung voltascher Elektricität und gebrauchte dabei als Probe für den Durchgang der Elektricität entweder das Galvanometer oder die chemische Action, welche in der weiterhin (312. 316) beschriebenen Vorrichtung erzeugt wurde.

270) Die voltasche Batterie, über welche ich zu verfügen hatte, bestand aus 140 Paaren vierquadratzölliger Platten, mit Doppelplatten von Kupfer. Sie war völlig isolirt, und brachte ein Goldblatt-Elektrometer bis zu der Divergenz von etwa einem Drittelzoll. Ich bemühte mich, diese Batterie durch feine Spitzen, die sehr sorgfältig angeordnet und einander genähert waren, in der Luft sowohl als in einer leergepumpten Glocke zu entladen, konnte aber keine Anzeigen eines Stromes erhalten, weder durch magnetische noch durch chemische Action. Hierin zeigte sich jedoch keine Verschiedenheit zwischen voltascher und gemeiner Elektricität; denn wenn eine Leidner Batterie (291) so geladen ward, dafs sie das Goldblatt-Elektrometer zu gleich starker Divergenz brachte, zeigten jene Spitzen sich ebenfalls unfähig sie bis zur Ausübung magnetischer oder chemischer Wirkungen zu entladen. Diefs geschah, nicht weil die gemeine

Elektricität nicht diese beiden Wirkungen hervorzubringen vermöchte (307. 310), sondern weil, wenn sie von so schwacher Intensität ist, die zur Erzeugung sichtbarer Effecte erforderliche Menge [welche aufserordentlich grofs ist (371. 375)] in gehöriger Zeit nicht durchgelassen werden kann. Vereint mit den weiterhin folgenden Belegen, beweisen auch diese Wirkungen der Spitzen nicht die Verschiedenheit, sondern die Einerleiheit der gemeinen und voltaschen Elektricität.

271) Da die gemeine Elektricität durch heifse Luft mit gröfserer Leichtigkeit als durch Spitzen entladen wird, so hoffte ich, dafs auch die voltasche Elektricität auf diese Weise entladen werden würde. Zu dem Ende errichtete ich den Apparat (Taf. I Fig. 5), bei dem AB ein isolirter Glasstab ist, auf welchem die beiden Kupferdrähte C, D wohl befestigt sind. An diese Kupferdrähte sind zwei Stücke feinen Platindrahts gelöthet und bei e mit ihren Enden einander so weit genähert als es ohne gegenseitige Berührung angeht; der Kupferdraht C ist mit dem positiven Pol P einer voltaschen Batterie verbunden, und der Draht D mit einem Zersetzungs-Apparat D (312. 316), durch welchen die Communication mit dem negativen Pol N der Batterie geschlossen wurde. Zu diesem Versuche wurden nur zwei Tröge oder zwanzig Plattenpaare angewandt.

272) In diesem Zustande fand nun keine Zersetzung bei a statt; so wie aber eine Weingeistflamme unter die Platinenden bei e gebracht wurde, so dafs diese in helle Rothgluth kamen, trat Zersetzung ein; alsbald erschien Jod am Punkte a, und der Uebergang der Elektricität durch die erhitzte Luft war erwiesen. Bei Steigerung der Temperatur der Spitzen e mittelst eines Löthrohrs, war die Entladung noch freier und die Zersetzung trat augenblicklich ein. Bei Fortnahme der Wärmequelle hörte der Strom sogleich auf. Als die Enden seitwärts und parallel einander sehr genähert wurden, doch so, dafs sie

sich nicht berührten, kamen die Erscheinungen vielleicht noch leichter als vorhin zu Stande. Bei Anwendung einer gröfseren voltaschen Batterie (270) wurden sie auch deutlicher erhalten.

273) Nach Fortnahme des Zersetzungs-Apparats und Einschiebung eines Galvanometers statt seiner, schwang die Nadel sogleich nach einer Seite, sobald die Spitzen *e* erhitzt wurden, und als man während der Zeit ihrer Rückkehr (303) die Hitze entfernte, waren die Ablenkungen alsbald schwach, zum Beweise, dafs ein die Luft durchdringender Strom vorhanden war. Allein das angewandte Instrument war für die chemische Action nicht so empfindlich.

274) Diese, unter der gegenwärtigen Form bisher nicht bekannten oder erwarteten Erscheinungen sind nur Fälle der Entladung, welche durch Luft zwischen Kohlenspitzen der Pole einer mächtigen Batterie stattfindet, wenn dieselben nach der Berührung langsam getrennt werden. Hier ist der Durchgang durch erhitzte Luft genau dem der gemeinen Elektricität gleich, und Humphry Davy berichtet, dafs der Strom der damaligen Batterie der Royal Institution durch eine mindestens vier Zoll dicke Luftschicht ging *). Im luftleeren Recipienten strich die Elektricität durch einen fast Zoll langen Raum, und die vereinte Wirkung der Verdünnung und Erhitzung auf die eingeschlossene Luft war so stark, dafs diese dadurch fähig ward, die Elektricität durch einen Raum von sechs bis sieben Zoll zu leiten.

275) Die augenblickliche Ladung einer Leidner Batterie durch die Pole eines voltaschen Apparats ist ein anderer Beweis von der Spannung und auch von der Menge der von letzterem entwickelten Elektricität. Sir H. Davy sagt **): »Wenn die beiden zu den Enden des Appa-

*) *Elements of chemical Philosophy*, *p.* 153.

**) Ebendaselbst p. 154.

rates führenden Leiter mit einer Leidner Batterie verbunden wurden, einer mit deren innerer, der andere mit deren äufserer Belegung, so wurde die Batterie augenblicklich geladen, und, nach Fortnahme der Drähte und Herstellung der nöthigen Verbindungen, konnte entweder ein Schlag oder ein Funke erhalten werden. Eine auch noch so kurze Berührung war hinreichend, die Ladung in ihrer ganzen Stärke zu erneuen.

276) *Voltasche Elektricität in Bewegung.* I. *Wärme-Entwicklung.* Die Erregung von Wärme in Drähten und Flüssigkeiten durch den voltaschen Strom ist eine weltkundige Thatsache.

277) II. *Magnetismus.* Keine Thatsache ist den Physikern besser bekannt, als das Vermögen des voltaschen Stroms, nach *gewissen Gesetzen* die Magnetnadel abzulenken und Magnete zu machen. Keine Wirkung kann bezeichnender seyn für einen elektrischen Strom.

278) III. *Chemische Zersetzung.* Die chemische Wirksamkeit des voltaschen Stroms und deren Abhängigkeit von *gewissen Gesetzen* ist ebenfalls genugsam bekannt.

279) IV. *Physiologische Effecte.* Die Fähigkeit des voltaschen Stroms, wenn er stark ist, den ganzen thierischen Organismus zu erschüttern, und, wenn er schwach ist, auf die Zunge und die Augen zu wirken, ist sehr charakteristisch.

280) V. *Funken.* Der glänzende Lichtstern, welcher bei Entladung einer voltaschen Batterie entsteht, ist Allen als das Schönste vom künstlich zu erzeugenden Lichte bekannt.

---

281) Dafs diese Wirkungen sich fast unendlich abändern lassen, einige sich steigern, während andere geschwächt werden, ist allgemein anerkannt, und doch wird Keiner an der Identität der so in ihren Wirkungen ver-

schieden gemachten voltaschen Ströme zweifeln. Die schöne Erklärung dieser Variationen durch Cavendish's Theorie von Quantität und Intensität braucht gegenwärtig nicht mehr unterstützt zu werden, da sie, so weit wie bekannt, nicht in Zweifel gezogen wird.

282) Wegen der Vergleiche, die weiterhin zwischen voltasche und gemeine Elektricität leitenden Drähten gemacht werden, und auch wegen gewisser Ansichten über den Zustand der die Pole des voltaschen Apparats verbindenden Drähte oder leitenden Substanzen sonstiger Art, wird es nöthig seyn, eine Definition zu geben von dem, was ein voltascher Strom heifst, im Gegensatze zu irgend einem anderen besonderen, nicht progressiven Zustand, welcher für den Draht oder die Elektricität in demselben vorausgesetzt werden mag. Wenn man nach symmetrischer Aufstellung und Isolirung zweier voltaschen Tröge P, N, $P'N'$ (Fig. 1 Taf. I) die Enden der NP' durch einen Draht verbindet, über welchem eine Magnetnadel schwebt, so wird dieser Draht keine Einwirkung auf die Nadel ausüben; so wie man aber auch die Enden PN' durch einen anderen Draht in Verbindung setzt, wird die Nadel abgelenkt, und zwar so lange als der Bogen geschlossen bleibt. Bestände nun die Wirkung der Tröge blofs darin, dafs sie in dem Drahte eine besondere Anordnung seiner Theilchen oder seiner Elektricität hervorruft, und machte diese Anordnung den elektrischen oder magnetischen Zustand aus, so müfste der Draht NP' *vor* der Verbindung von P und N', wie *nach* derselben in einem ähnlichen Zustand von Anordnung seyn, und auch im ersten Fall die Nadel abgelenkt haben, wiewohl weniger stark, vielleicht nur halb so weit als bei vollständiger Schliefsung des Bogens. Hängen aber die magnetischen Wirkungen von einem Strom ab, dann ist klar, weshalb sie in keinem Grade vor der Schliefsung des Bogens erzeugt werden konnten, eben weil damals noch kein Strom vorhanden war.

283) Unter *Strom* verstehe ich irgend ein Fortschreitendes, sey es nun eine elektrische Flüssigkeit, oder zwei in entgegengesetzter Richtung sich bewegende Flüssigkeiten oder blofs Vibrationen, oder, noch allgemeiner gesprochen, fortschreitende Kräfte. Mit *Anordnung* meine ich eine örtliche nicht progressive Zurechtstellung der Theilchen von Flüssigkeiten oder der Kräfte. Viele andere Gründe liefsen sich zur Stütze der Ansicht von einem *Strom* gegen die von einer *Anordnung* aufstellen, allein ich vermeide ängstlich jede unnöthige Ausführlichkeit hinsichtlich dessen, was gegenwärtig von Andern ergänzt werden kann.

II. Gemeine Elektricität.

284) Unter gemeiner Elektricität verstehe ich diejenige, welche durch die Elektrisirmaschine, aus der Atmosphäre, durch Druck oder Spaltung von Krystallen, oder durch viele andere Operationen erhalten werden kann. Ihr Hauptcharakter ist eine grofse Intensität, und das Vermögen der Anziehung und Abstofsung, nicht blofs auf merkliche, sondern auf beträchtliche Entfernungen.

285) Die durch die gemeine Elektricität bewirkten Anziehungen und Abstofsungen auf merkliche Entfernungen sind bekanntlich in einigen Fällen so stark, dafs sie die ähnlichen Erscheinungen der andern Arten von Elektricität fast unendlich übertreffen. Allein dennoch sind diese Anziehungen und Abstofsungen genau von gleicher Natur wie die bereits unter dem Abschnitt *Spannung, Voltasche Elektricität* (268) beschriebenen; und der Unterschied zwischen ihnen, dem Grade nach, ist nicht gröfser als sich oft zwischen Fällen von gemeiner Elektricität findet. Ich halte es für überflüssig, noch ausführlicher einzugehen in die Beweise für die Einerleiheit dieses Charakters der beiden Elektricitäten.

286) Die Entladung der gemeinen Elektricität durch erhitzte Luft ist eine wohlbekannte Thatsache. Der ge-

rallele Fall bei der voltaschen Elektricität ist bereits beschrieben worden (272).

287) *Gemeine Elektricität in Bewegung.* I. *Wärmeentwicklung.* Dafs die gemeine Elektricität bei ihrem Durchgange durch Drähte oder andere Substanzen dieselben erhitzt, ist zur Genüge bekannt. Die Uebereinstimmung zwischen ihr und der voltaschen Elektricität in dieser Beziehung ist vollständig. Hr. Harris hat nach diesem Principe ein sehr schönes und empfindliches Instrument construirt *), mit welchem die Wärme, die in einem Drahte durch Entladung eines blofsen Funkens gemeiner Elektricität erzeugt wird, leicht zu zeigen ist; in einem folgenden Abschnitt dieses Aufsatzes werde ich Gelegenheit nehmen, auf dasselbe zurückzukommen (344).

288) II. *Magnetismus.* Die voltasche Elektricität besitzt sehr aufserordentliche und starke magnetische Kräfte. Ist die gemeine Elektricität identisch mit ihr, so mufs sie dieselben Kräfte haben. Im Magnetisiren von Nadeln und Stäben kommt sie der voltaschen Elektricität gleich, und die *Richtung* des Magnetismus ist bei beiden dieselbe; allein beim Ablenken einer Magnetnadel hat sie sich so schwach erwiesen, dafs diefs Vermögen ihr zuweilen ganz abgesprochen worden ist, und dafs man bei anderen Gelegenheiten hypothetisch Unterscheidungen gemacht hat, um die Schwierigkeit zu heben **).

289) Hr. Colladon, von Genf, meinte, der Unterschied rühre wohl daher, dafs man zu allen Versuchen über diesen Punkt unzureichende Mengen gemeiner Elektricität angewandt habe, und beschrieb in einem 1826 der Pariser Academie vorgelegten Aufsatz ***) Versuche, in

*) *Philosoph. Trans.* 1827, *p.* 18. — Harris, *On a New Electrometer etc. Edinburgh Transact. f.* 1831.

**) Demonferrand's *Manuel d'Electricité dynamique, p.* 121.

***) *Annal. de chim. et de phys. T. XXXIII p.* 62 (diese Ann. Bd. VIII S. 336).

welchen es ihm gelang, durch Anwendung einer Batterie, einiger Spitzen und eines empfindlichen Galvanometers, Ablenkungen zu erhalten und damit die Identität in dieser Beziehung festzustellen. Hr. Arago, Ampère und Savary werden in jenem Aufsatz als Zeugen der erfolgreichen Wiederholung der Versuche aufgeführt. Indefs da keine anderweitige Bestätigung dieser Effecte zum Vorschein gekommen ist, die HH. Arago, Ampère und Savary ihre Gutheifsung der Resultate meines Wissens nicht selbst bekannt gemacht haben, und Andere nicht im Stande gewesen, die beschriebenen Wirkungen zu erhalten, so hat man Hrn. Colladon's Schlüsse bezweifelt und verworfen; daher war es für mich ein wichtiger Punkt, die Richtigkeit jener Resultate festzustellen oder sie ganz aus der Reihe der experimentellen Beweise fortzuschaffen. Ich bin so glücklich sagen zu können, dafs meine Resultate die des Hrn. Colladon vollkommen bestätigen; und ich würde daher keine Gelegenheit nehmen sie zu beschreiben, wenn sie nicht als Beweise der Richtigkeit der endlichen und allgemeinen Schlüsse, welche ich in Bezug auf die magnetische und chemische Thätigkeit der Elektricität zu ziehen im Stande bin (360. 366. 367. 377 u. s. w.), so wesentlich wären.

290) Die von mir angewandte Elektrisirmaschine hatte eine Scheibe von funfzig Zoll im Durchmesser und zwei Paare von Reibzeugen; ihr erster Conductor bestand aus zwei Messingcylindern, die durch einen dritten zusammenhingen; die gesammte Länge betrug zwölf Fufs, und die mit der Luft in Berührung stehende Oberfläche 1422 Quadratzoll. Bei guter Erregung gab Eine Umdrehung der Scheibe zehn bis zwölf Funken vom Conductor, jeden einen Zoll lang. Funken oder Blitze von zehn bis vierzehn Zoll Länge konnten mit Leichtigkeit aus dem Conductor gezogen werden. Jede Umdrehung der Scheibe erforderte bei mäfsiger Anstrengung etwa vier Fünftel einer Secunde.

291) Die elektrische Batterie bestand aus funfzehn gleichen Flaschen. Sie waren vom Boden ab acht Zoll hoch belegt und mafsen dreiundzwanzig Zoll im Umfange, so dafs die belegte Fläche auf beiden Seiten des Glases 184 Quadratzoll betrug, aufser der an den Böden, die von dickerem Glase waren, und auf jeder Seite etwa 50 Quadratzoll betrug.

292) Es wurde eine gute Ableitung (*discharging train*) vorgerichtet durch metallische Verknüpfung eines hinreichend dicken Drahts zuerst mit den metallenen Gasröhren des Hauses, dann den metallenen Gasröhren des öffentlichen Gaswerks von London, und endlich den metallenen Wasserröhren von London. Sie war so wirksam, dafs sie Elektricität von der schwächsten Spannung, selbst die eines einzigen voltaschen Trogs augenblicklich fortleitete; für manchen Versuch war sie wesentlich.

293) Das Galvanometer war eins oder das andere von den früher beschriebenen (87. 205 — Ann. Bd. XXV S. 122 und 165); allein die Glasglocke, welche dasselbe bedeckte und die Nadel trug, war in- und auswendig mit Zinnfolie belegt, und der obere Theil, der unbelegt blieb, damit die Nadel beobachtet werden konnte, wurde bedeckt mit einem Gehäuse von Drahtgeflechte, von dem viele scharfe Spitzen hervorragten. Wenn dieſs Gehäuse und die beiden Belegungen mit der entladenden Ableitung (292) verbunden waren, konnte eine mit der Maschine während ihrer gröfsten Thätigkeit verbundene isolirte Spitze oder Kugel, jedem Theil des Galvanometers bis auf einen Zoll genähert werden, ohne die darin befindliche Nadel durch gewöhnliche elektrische Attraction oder Repulsion irgend zu afficiren.

294) Im Zusammenhange mit diesen Vorsichtsmafsregeln wird die Bemerkung nöthig seyn, dafs der magnetische Zustand der Nadel des Galvanometers in Folge eines elektrischen Schlags durch das Instrument sehr leicht gestört, geschwächt und selbst umgekehrt werden kann.

Vor Allem, wenn die Nadel bei dem Durchgange des Schlags schief, in falscher Stellung gegen die Drahtwindungen steht, kann man diese Erscheinungen mit Sicherheit voraussetzen.

295) Es war die Verzögerungskraft der schlechten Leiter, mittelst der ich anfangs hoffte im Stande zu seyn, die gemeine Elektricität mehr zur Annahme der Kennzeichen und Fähigkeiten der voltaschen Elektricität zu veranlassen, als man ihr beizulegen pflegt.

296) Die Bedeckung und Bekleidung des Galvanometers wurde zuerst mit der entladenden Ableitung verbunden (292); das Ende *B* (87) des Galvanometers verband ich mit der äufseren Belegung der Batterie und dann diese beiden mit der entladenden Ableitung; das Ende *A* des Galvanometers wurde mittelst eines genäfsten Fadens von vier Fufs Länge mit einem entladenden Stab verbunden, und endlich, nachdem die Batterie durch etwa vierzig Umdrehungen der Maschine positiv geladen worden, wurde sie mittelst des Stabes und des Fadens durch den Galvanometer entladen. Augenblicklich gerieth die Nadel in Bewegung.

297) Während die Nadel ihre Schwingung in der ersten Richtung vollbrachte und zurückkehrte, wurde die Maschine gedreht, und, wenn die Nadel bei dem Schwingen ihre erste Richtung wieder annahm, wurde der Schlag abermals durch den Galvanometer geleitet. Durch wenigmalige Wiederholung wuchsen die Schwingungen bald bis zu einer Ablenkung von 40° nach jeder Seite von der Ruhelinie.

298) Diese Wirkung konnte nach Belieben hervorgebracht werden. Auch wurde sie anscheinend weder der Richtung noch dem Grade nach verändert, wenn statt des dünnen langen Fadens eine kurze dicke Schnur oder vier solcher Schnüre angewandt wurden. Mit einem empfindlicheren Galvanometer liefs sich durch Eine Entladung der Batterie eine vortreffliche Schwingung der Nadel erhalten.

299) Bei Umkehrung der Verbindungen des Galvanometers, so dafs die Entladung von *B* nach *A* gehen mufste, wurde die Nadel eben so gut, jedoch in entgegengesetzter Richtung abgelenkt.

300) Die Ablenkungen hatten dieselbe Richtung wie wenn ein voltascher Strom durch den Galvanometer gegangen war, d. h. die positiv geladene Fläche der elektrischen Batterie verhielt sich wie das positive Ende des voltaschen Apparats (268) und die negative Fläche der ersten wie das negative Ende des letzteren.

301) Die Batterie wurde nun aufser Gebrauch gesetzt, und die Verbindungen jetzt so geordnet, dafs der Strom von dem ersten Coductor durch den gegen ihn gehaltenen Entlader, durch die feuchte Schnur und die Galvanometerwindungen in die entladende Leitung (292) gehen mufste, durch welche letztere er endlich zerstreut wurde. Dieser Strom konnte in jedem Augenblick unterbrochen werden, entweder durch Fortnahme des Entladers oder durch Stillhalten der Elektrisirmaschine, oder durch Verbindung des ersten Conductors mittelst eines anderen Entladers mit der Ableitung (292). Eben so konnte der Strom augenblicklich wieder hergestellt werden. Die Nadel war so ajustirt, dafs sie, wenn sie mäfsig schnell und in kleinen Bogen schwang, fünfundzwanzig Schläge einer Uhr gebrauchte, um in einer Richtung den Bogen zu durchgehen, und dieselbe Zeit erforderte sie also, um ihn in der andern Richtung zu durchlaufen.

302) Nachdem bei dieser Anordnung die Nadel zum Stillstand gekommen, wurde der Strom direct von der Elektrisirmaschine fünfundzwanzig Uhrschläge lang durch den Galvanometer geleitet, dann fünfundzwanzig Uhrschläge lang unterbrochen, wieder fünfundzwanzig Uhrschläge lang hindurchgeleitet, abermals eben so lang unterbrochen, und so fort. Die Nadel begann bald sichtbar zu schwingen, und nach mehren Abwechslungen hatten ihre Schwingungen eine Gröfse von 40° und mehr erreicht.

303)

303) Bei der Umkehrung der Richtung des durch den Galvanometer geleiteten Stroms kehrte sich auch die Ablenkung der Nadel um. Immer war die Bewegung der Nadel von gleicher Richtung mit der, welche bei Anwendung einer elektrischen Batterie oder eines voltaschen Trogapparats (300) erfolgte.

304) Ich ersetzte nun die feuchte Schnur durch einen Kupferdraht, so dafs die Elektricität der Maschine gänzlich durch eine Drahtverbindung, von der das Galvanometergewinde einen Theil ausmachte, direct in die Ableitung ging. Die Wirkungen waren jetzt genau den früheren gleich (302).

305) Statt bei Leitung der Elektricität durch das System den Entlader mit seinem Ende in Berührung mit dem Conductor zu bringen, wie bisher, wurden jetzt an dem Entlader vier Spitzen befestigt, und diese, wenn der Strom durchgeleitet werden sollte, dem Conductor bis auf etwa 12 Zoll genähert, und dagegen fortgezogen, wenn jener unterbrochen werden sollte. Als dann, mit Ausnahme dieser Abänderung, wie zuvor verfahren wurde (302), wich die Nadel sogleich stark ab und in völliger Uebereinstimmung mit den früheren Resultaten. Spitzen waren die Mittel, durch welche Hr. Colladon immer die Entladungen vollzog.

306) Endlich leitete ich die Elektricität durch eine ausgepumpte Glasglocke (so dafs sie daselbst nordlichtartig erscheinen mufste) und dann durch den Galvanometer in die Erde. Auch jetzt noch wirkte sie ablenkend auf die Magnetnadel, und anscheinend mit gleicher Kraft wie zuvor.

307) Aus allen diesen Versuchen erhellt, dafs ein Strom gemeiner Elektricität die Magnetnadel in gleichem Maafse ablenkt, er mag nun durch Wasser oder Draht, oder verdünnte Luft, oder mittelst Spitzen durch gewöhnliche Luft gegangen seyn. Das einzige Erfordernifs ist, wie es scheint, ihm Zeit zu der Wirkung zu lassen. Er

verhält sich also gerade eben so magnetisch als ein voltascher Strom und ist in dieser Eigenschaft nicht von ihm unterschieden.

308) Unvollkommene Leiter, wie Wasser, Salzlösung u. s. w., sind weit geeigneter zur Darlegung dieser Erscheinungen als andere Arten der Entladung, z. B. durch Spitzen und Knöpfe. Denn die erstere Entladungsart verwandelt den Schlag einer kräftigen Batterie in einen schwachen Funken oder vielmehr einen continuirlichen Strom, und man läuft dabei wenig oder gar keine Gefahr, den Magnetismus der Nadel zu stören (294).

309) III. *Chemische Zersetzung.* Die chemische Wirkung der voltaschen Elektricität ist charakteristisch für dieses Agens, doch nicht charakteristischer als es die Gesetze sind, nach welchen sich diese durch die Zersetzung frei gewordenen Stoffe an den Polen ordnen. Wollaston*) zeigte, dafs die gemeine Elektricität in diesen Wirkungen Aehnlichkeit mit ihr habe, und »dafs beide wesentlich einerlei seyen;« allein er mischte unter seine Beweise einen Versuch, welcher nur Aehnlichkeit und nichts mehr als Aehnlichkeit mit einer voltaschen Zersetzung hatte. Wiewohl er selbst diefs zum Theil einsah, so ist doch dieser eine Versuch mehr als die vielen anderen und entscheidenden Versuche, welche er beschreibt, angeführt worden, von Einigen, um das Daseyn einer elektro-chemischen Zersetzung, wie die durch die Säule, zu beweisen, von Anderen aber, um den ganzen Aufsatz verdächtig zu machen.

310) Ich nehme mir die Freiheit meine Resultate hier kurz zu beschreiben, und dadurch dem Zeugnisse Wollaston's über die Einerleiheit der voltaschen und gemeinen Elektricität, was die chemische Action betrifft, das meinige hinzuzufügen, nicht blofs um die Wiederholung der Versuche zu erleichtern, sondern auch um ei-

*) *Phil. Transact.* 1801, *p.* 427, 434 (Gilbert's Annal. Bd. XI *S. 104*).

nige neue Folgerungen in Betreff der elektro-chemischen Zersetzungen aufzustellen (376. 377).

311) Zunächst wiederholte ich Wollaston's vierten Versuch *), bei welchem die Enden besponnener Silberdrähte in einen Tropfen von Kupfervitriol-Lösung getaucht wurden. Als Maschinen-Elektricität durch diese Vorrichtung geleitet wurde, bekleidete sich in dem Tropfen das Ende, welches die Elektricität bekam, mit metallischem Kupfer. Hundert Umdrehungen der Maschine erzeugten eine sichtbare Wirkung, zweihundert eine noch stärkere. Die zersetzende Wirkung war indefs schwach. Sehr wenig Kupfer wurde gefällt, und am andern Pol keine merkliche Spur von Silber gelöst.

212) Eine viel zweckmäfsigere und wirksamere Vorrichtung zu chemischen Zersetzungen durch gemeine Elektricität ist folgende. Auf eine Glasplatte (Fig. 2 Taf. I), welche auf weifses Papier gelegt ist, doch darüber erhoben, damit keine Schatten stören, bringe man zwei Stücke Zinnfolie *a*, *b*, verbinde das eine durch einen isolirten Draht *c* oder durch Draht und Schnur (301) mit der Elektrisirmaschine, und das andere durch *g* mit der Ableitung (292) oder dem negativen Conductor; ferner verschaffe man sich zwei Stücke dünnen Platindrahts, gebogen wie Fig. 3 Taf. I, so dafs der Theil *df* beinah aufrecht steht, während das Ganze auf den drei Stützpunkten *p*, *e*, *f* ruht, und lege sie wie in Fig. 2, wodurch die Spitzen *p*, *n* die zerlegenden Pole werden. Auf diese Weise erhält man Berührungsflächen so klein wie man will, die Verbindung kann in einem Augenblick unterbrochen und wieder hergestellt werden, und die unter der Einwirkung stehenden Substanzen lassen sich mit gröfster Leichtigkeit untersuchen.

313) Auf dem Glase wurde ein dicker Strich mit einer Lösung von schwefelsaurem Kupfer gezogen und

*) *Philosoph. Transact. f.* 1801, *p.* 427, 434 (Gilbert's Annal Bd. XI S. 108).

die Enden *p* und *n* in denselben gesteckt; die Folie *a* wurde mit dem positiven Conductor der Elektrisirmaschine verbunden, und zwar, damit keine Funken überschlügen, durch einen Draht und eine feuchte Schnur. Zwanzig Umdrehungen der Maschine veranlafsten eine Fällung von so viel Kupfer auf das Drahtende *p*, dafs es wie ein Kupferdraht aussah; bei *n* trat keine sichtbare Aenderung ein.

314) Eine Mischung von Salzsäure und Wasser zu gleichen Theilen wurde durch schwefelsauren Indigo tief blau gefärbt, und ein grofser Tropfen davon auf das Glas Fig. 2 gebracht, so dafs *p* und *n* an den entgegengesetzten Enden eintauchten. Eine einzige Umdrehung der Maschine zeigte rings um *p* eine Bleichung, in Folge entwickelten Chlors. Nach zwanzig Umdrehungen war keine Wirkung der Art bei *n* sichtbar; allein bei *p* war so viel Chlor entbunden, dafs beim Umrühren des Tropfens das Ganze farblos wurde.

315) Ein Tropfen Jodkalium-Lösung, gemengt mit Stärke wurde in dieselbe Lage bei *p* und *n* gebracht. Beim Drehen der Maschine wurde bei *p* Jod entwickelt, bei *n* aber nicht.

316) Eine fernere Verbesserung dieses Apparats besteht darin, dafs man mit der zu untersuchenden Lösung ein Stückchen Fliefspapier benetzt, und diefs auf das Glas, unter die Spitzen *p* und *n* bringt. Das Papier hält die an diesen Spitzen entwickelte Substanz zurück und macht durch seine Weifse jede Farbenveränderung sichtbar, erlaubt auch die Berührungspunkte zwischen ihm und den Drähten bis aufs Aeufserste einander zu nähern. Ein Stückchen Papier, befeuchtet mit einer Lösung von Stärkmehl und Jodkalium oder auch von Jodkalium allein, ist, bei gewissen Vorsichtsmafsregeln (322) das bewundernswürdigste Prüfmittel für elektro-chemische Actionen; auf angegebene Art angewandt, wird schon durch eine halbe Umdrehung der Maschine Jod auf ihm bei *p* ent-

wickelt. Mit Hülfe dieser Vorrichtungen und des Gebrauchs von Jodkalium-Papier ist die chemische Action zuweilen eine empfindlichere Probe für elektrische Ströme als der Galvanometer (273). Solche Fälle treten ein, wenn die von dem Strom durchlaufenen Stoffe schlechte Leiter sind, oder wenn die in einer gegebenen Zeit entwickelte oder durchgelassene Menge von Elektricität sehr klein ist.

317) Ein Stück Lackmuspapier, befeuchtet mit einer Lösung von Kochsalz oder Glaubersalz wurde schnell bei *p* geröthet. Ein anderes, mit Salzsäure benäfstes Stück ward schnell bei *p* gebleicht. Keine dieser Wirkungen zeigte sich bei *n*.

318) Ein Stück Curkumäpapier, befeuchtet mit einer Lösung von Glaubersalz, wurde nach zwei bis drei Umdrehungen der Maschine bei *n* geröthet, und nach zwanzig bis dreifsig Umdrehungen war daselbst reichlich Alkali entwickelt. Als das Papier herumgeschoben wurde, so dafs der Fleck unter *p* zu stehen kam, verschwand, bei Drehung der Maschine, das Alkali bald und der Fleck wurde gelb; dagegen erschien unter *n* ein neuer brauner alkalischer Fleck.

319) Als ein Stück Lackmuspapier und ein Stück Curcumäpapier, beide mit Glaubersalz-Lösung befeuchtet, combinirt so auf das Glas gelegt wurden, dafs das erstere sich bei *p* und das letztere sich bei *n* befand, reichten wenige Umdrehungen der Maschine hin, an jenem die Entwicklung von Säure, an diesem die Entwicklung von Alkali zu zeigen, genau wie bei der Wirkungsweise eines volta-elektrischen Stroms.

320) Alle diese Zersetzungen fanden gleich gut statt, die Elektricität mochte aus der Maschine durch Wasser oder blofs durch Draht, mittelst *Berührung* des Conductors oder mittelst *Funken* daselbst, in die Folie *a* übergehen, vorausgesetzt nur, dafs im letzteren Fall die Funken nicht so grofs waren, um auch zwischen *p* und

n oder gegen *n* Funken zu erzeugen. Ich habe keinen Grund zu glauben, dafs die Maschinen-Elektricität, wenn sie aus dem Conductor oder an irgend einer anderen Stelle ihrer Bahn in Funken überspringt, wegen ihrer Spannung mehr an wahrer elektro-chemischer Zersetzung leiste, als im Fall sie blofs in einem regelmäfsigen Strom übergeht.

321) Endlich wurde der Versuch zu folgender Form ausgedehnt, wobei er die vollkommenste Analogie zwischen der gemeinen und voltaschen Elektricität lieferte. Drei aus Lackmus- und Curkumäpapier zusammengesetzte und mit Glaubersalz-Lösung befeuchtete Stücke wurden auf einer Glasplatte in der in Fig. 4 abgebildeten Weise mit Platindrähten verbunden. Der Draht *m* führte zum ersten Conductor der Elektrisirmaschine, der Draht *t* zu der Ableitung, und die Drähte *r* und *s* schlossen mittelst der befeuchteten Papierstücke den elektrischen Bogen; letztere Drähte waren so gebogen, dafs jeder in den Punkten *nrp*, *nsp* ruhte, mit *r* und *s* auf dem Glase, mit den anderen auf den Papierstücken. Die drei Spitzen *ppp* ruhten auf Lackmuspapier, die drei anderen *n*, *n*, *n* auf Curkumäpapier. Als die Maschine nur kurze Zeit gedreht ward, entwickelte sich Säure an *allen* Polen oder Enden *ppp*, an welchen die Elektricität in die Lösung trat, und Alkali an den anderen Polen *nnn*, an welchen sie austrat.

322) Bei allen Versuchen zu elektro-chemischen Zersetzungen mittelst Maschinen-Elektricität und befeuchteter Papiere (316) ist es wesentlich, die folgende Fehlerquelle zu beachten und zu vermeiden. Springt ein Funke über befeuchtetes Lackmus- und Curkumäpapier, so wird dadurch das erstere (falls es empfindlich und nicht zu alkalisch ist) geröthet, und, wenn mehre Funken überspringen, in hohem Grade. Springt die Elektricität ein wenig vom Drahte ab über die Oberfläche des feuchten Papiers hin, ehe sie Masse und Feuchtigkeit

genug findet, um geleitet zu werden, so erstrekt sich die Röthung so weit als die Ramification. Stellen sich ähnliche Verästelungen am Ende *n*, beim Curkumäpapiere ein, so *verhindern* sie das Auftreten des rothen Flecks von dem sonst daselbst frei werdenden Alkali. Funken oder Verästelungen aus den Spitzen *n* röthen ebenfalls das Lackmuspapier. Wird ein mit Jodkalium-Lösung befeuchtetes Papier (welches ein bewundernswerthes Prüfmittel für elektro-chemische Action ist) den Funken oder Verästelungen, oder selbst einem schwachen, durch die Luft, entweder von *p* oder von *n* ausfahrenden elektrischen Strome ausgesetzt, so wird sogleich Jod entwickelt.

323) Diese Wirkungen müssen nicht mit denen wahrer elektro-chemischer Kräfte der gemeinen Elektricität verwechselt, vielmehr sorgfältig vermieden werden, wenn man letztere beobachten will. Daher darf man an keiner Stelle der Bahn des Stroms Funken überspringen, oder die Elektricität so intensiv werden lassen, dafs dieselbe dadurch veranlafst werden könnte, zwischen den Drähten und den angefeuchteten Papieren anders als durch Leitung überzugehen; denn springt sie durch die Luft über, so erfolgt die vorhin beschriebene Wirkung.

324) Diese Wirkung rührt von der Bildung von Salpetersäure aus dem Sauerstoff und dem Stickstoff der Luft her, und ist in der That nur eine feine Wiederholung von Cavendish's schönem Versuch. Die dadurch gebildete Säure ist, wiewohl an Menge gering, von grofser Concentration, und erzeugt die erwähnten Wirkungen: das Röthen des Lackmuspapiers, das gehinderte Auftreten des Alkali's am Curkumäpapier, das Freiwerden von Jod aus dem Jodkalium.

325) Als ich einen sehr kleinen Streifen Lackmuspapier mit einer Lösung von Aetzkali befeuchtete, und über ihn, seiner Länge nach, elektrische Funken durch die Luft überschlagen liefs, wurde das Alkali neutralisirt, und zuletzt das Papier geröthet. Als ich diefs trocknete,

fand sich, dafs salpetersaures Kali durch die Operation gebildet, und das Papier in Zündpapier umgewandelt worden war.

326) Lackmuspapier sowohl als weifses mit Jodkalium-Lösung getränktes Papier liefert daher ein sehr einfaches, schönes und leichtes Mittel, Cavendish's Versuch über die Bildung der Salpetersäure aus der Atmosphäre zu wiederholen.

327) Bereits habe ich Gelegenheit gehabt (265. 309) eines Versuches von Wollaston zu erwähnen, auf welchen zu viel gegeben worden ist, sowohl von Denen, welche die Richtigkeit seiner Ansichten über die Einerleiheit der voltaschen und gemeinen Elektricität bestritten, als von Denen, welche ihr beipflichteten. Mittelst Ueberziehung von Drähten mit Glas oder einer anderen isolirenden Substanz bis zu dem Grade, dafs nur die Spitzen oder ein Querschnitt der Drähte entblöfst blieb, und mittelst Hindurchleitung von Elektricität durch zwei solcher Drähte, deren entblöfste Endspitzen in Wasser getaucht worden waren, fand Wollaston, dafs Wasser zersetzt werden konnte durch den blofsen Strom aus der Maschine, ohne Funken, und dafs von den Spitzen zwei Gasströme aufstiegen, im Ansehen denen von der voltaschen Elektricität erzeugten ganz ähnlich, und wie diese eine Mischung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas liefernd. Indefs sagt Wollaston selbst, dafs der Vorgang in sofern von dem bei der voltaschen Säule verschieden sey, als hier Sauerstoff und Wasserstoff an *jedem* der Pole entwickelt werden; er nennt ihn »eine sehr angenäherte Nachahmung der galvanischen Phänomene,« setzt aber hinzu, dafs »in der That die Aehnlichkeit nicht vollständig sey,« und wagt nicht, die übrigens in seinem Aufsatz richtig niedergelegten Grundsätze auf ihn zu errichten.

328) Dieser Versuch ist nichts mehr noch weniger als eine Wiederholung in verfeinerter Weise von dem

im J. 1797 von Pearson *), und im J. 1789, oder früher von Paets van Troostwyk und Deiman angestellten. Dafs der Versuch niemals als Beweis einer wahren elektro-chemischen Zersetzung angeführt worden ist, erklärt sich hinreichend aus dem Umstande, dafs das Gesetz, welches die Ueberführung und endliche Stellung der entbundenen Stoffe bedingt (278. 309), hier keinen Einflufs hat. Das Wasser wird an beiden Polen unabhängig von einander zersetzt, und das an den Drähten entwickelte Sauerstoff- und Wasserstoffgas sind die Elemente des den Augenblick zuvor an diesen Stellen befindlichen Wassers. Dafs die Pole oder vielmehr Spitzen für die Zersetzung in keiner Abhängigkeit zu einander stehen, läfst sich erweisen, wenn man eine derselben durch einen Draht oder Finger ersetzt, denn diese Veränderung stört die Wirkung der beibehaltenen Spitze nicht im geringsten, wiewohl an dem Draht oder Finger alle Wirkung ausbleibt. Diese Thatsache läfst sich beobachten, wenn man die Maschine einige Zeit dreht; denn wiewohl an der beibehaltenen Spitze Gasblasen in solcher Menge aufsteigen, dafs sie den für die andere Communication gebrauchten Draht ganz bedecken könnten, wenn sie sich an ihn legen würden, so steigt doch an diesem Draht nicht eine einzige Blase in die Höhe.

329) Mit vielem Grund ist zu glauben, dafs die Menge des bei elektro-chemischer Zersetzung zerlegten Stoffes proportional sey nicht der Intensität, sondern der Quantität der durchgegangenen Elektricität (320). Ich werde hierüber in einem späteren Theil dieses Aufsatzes (375. 377) einige Beweise geben. Allein bei dem eben betrachteten Versuch ist diefs nicht der Fall. Wenn, bei einem unveränderten Spitzenpaar, die Elektricität in Funken aus der Maschine springt, wird eine gewisse Menge Gas entwickelt; macht man die Funken kürzer, so entwickelt sich weniger Gas, und verschwinden die

*) Nicholson's Journal, 4to, Vol. I p. 241, 299, 349.

Funken ganz, so wird kaum eine merkliche Menge Gas in Freiheit gesetzt. Nimmt man statt des Wassers eine Glaubersalz-Lösung, so wird mit kräftigen Funken kaum eine merkliche Gasmenge entwickelt, und mit einem blofsen Strom fast gar nichts; und doch war die in einer gegebenen Zeit entwickelte Menge von Elektricität in allen diesen Fällen gleich.

330) Ich will nicht läugnen, dafs nicht gemeine Elektricität mit einem solchen Apparat Wasser in analoger Weise wie die voltasche Säule zersetzen könne; ich glaube vielmehr, gegenwärtig, dafs es der Fall sey. Allein, wenn nur die, meiner Meinung nach, wahre elektro-chemische Zersetzung auftrat, war die entwickelte Gasmenge so klein, dafs ich nicht ermitteln konnte, ob, was ich suchte, Sauerstoff blofs an einem und Wasserstoff an dem andern Draht entwickelt wurde. Von den beiden Gasströmen schien der eine bedeutender als der andere, und wenn ich den Apparat umdrehte, gab noch dieselbe Seite in Bezug auf die Elektrisirmaschine den gröfsten Strom. Nahm ich Glaubersalz-Lösung statt des reinen Wassers (329), waren diese kleinen Ströme noch zu beobachten. Allein die Quantitäten waren so gering, dafs ich nach einem halbstündigen Drehen der Maschine an keinem der Pole eine Gasblase gröfser als ein Sandkörnchen erhalten konnte. Ist der Schlufs, welchen ich hinsichtlich des Betrags der chemischen Action gegeben habe (377) richtig, so mufs diefs auch so seyn.

331) Ich bin um so eifriger bemüht gewesen, den wahren Werth dieses Versuchs als eines Beweises für elektro-chemische Action festzustellen, weil ich Gelegenheit haben werde, mich in allen Fällen einer angeblichen chemischen Action durch magneto-elektrische und andere elektrische Ströme (336. 346) darauf zu berufen. Allein, unabhängig davon, kann es nicht bezweifelt werden, dafs Wollaston in seiner allgemeinen Folgerung Recht hat, dafs voltasche und gemeine Elektricität che-

mische Zersetzungskräfte von gleicher Natur und unter gleichem Anordnungsgesetze stehend besitzen.

332) IV. *Physiologische Effecte.* — Das Vermögen des gemeinen elektrischen Stroms den thierischen Organismus zu erschüttern und in Zuckungen zu versetzen, und, wenn er schwächer ist, auf die Zunge und die Augen zu wirken, kann als gleich betrachtet werden mit der ähnlichen Kraft der Voltaschen Elektricität, wenn man die Intensität der einen und die Dauer der anderen Elektricität berücksichtigt. Bringt man eine feuchte Schnur in die Bahn des Stroms aus einer Leidner Batterie (291), welche durch acht bis zehn Umdrehungen einer wirksamen Elektrisirmaschine (290) geladen ist, und vollzieht die Entladung mittelst Platinspatel durch die Zunge oder das Zahnfleisch, so sind die Wirkungen auf die Zunge und die Augen genau denen eines schwachen voltaschen Apparates gleich.

333. V. *Funken.* — Der schöne Funken bei Entladung gemeiner Elektricität ist wohl bekannt. Er wetteifert an Glanz mit dem bei der Entladung voltascher Elektricität, wenn er ihn nicht gar übertrifft; allein er dauert nur einen Augenblick und ist von einem scharfen Geräusch, ähnlich dem einer kleinen Explosion, begleitet. Doch kann es, besonders unter gewissen Umständen, keine Schwierigkeit haben, einzusehen, dafs es derselbe Funke sey, wie der von der voltaschen Batterie. Das Auge kann keinen Unterschied zwischen dem voltaschen und dem gemeinen elektrischen Funken wahrnehmen, wenn man sie blofs in Intervallen zwischen amalgamirten Metallflächen und durch eine gleiche Luftstrecke überspringen läfst.

334) Wurde die Batterie (291) durch eine feuchte Schnur entladen, die entfernt von der Stelle, wo der Funke überspringen mufste, einen Theil des Bogens ausmachte, so war der Funke gelblich, flammend und von längerer Dauer als im Fall das Wasser nicht eingeschaltet worden; dabei hatte er eine Länge von drei Viertel-

zoll, wenig oder kein Geräusch zu seiner Begleitung, und, während er einen Theil seines gewöhnlichen Charakters verloren, mehr Aehnlichkeit mit dem voltaschen Funken. Wurde die Elektricität durch Wasser verzögert und zwischen Kohlenstücken entladen, so war der Funke aufserordentlich leuchtend auf beiden Kohlenflächen, und ähnelte in Helligkeit dem voltaschen Funken an solchen Oberflächen. Wurde die Elektricität unverzögert durch Kohle entladen, so war der Funke hell auf beiden Kohlenflächen und darin dem voltaschen Funken ähnlich; allein begleitet von einem scharfen, lauten und gällenden Geräusch.

335) Ich habe, ich glaube übereinstimmend mit der Meinung aller Physiker, angenommen, dafs die atmosphärische Elektricität von gleicher Natur sey wie die gemeine Elektricität (284), und könnte mich daher auf gewisse publicirte Angaben von chemischen Wirkungen der ersteren berufen, als Beweis, dafs die letztere wirklich die Zersetzungskraft mit der voltaschen Elektricität gemein habe. Allein der Vergleich, mit dem ich beschäfftigt bin, ist zu streng, als dafs ich mir erlauben könnte, Angaben zu benutzen, ohne von deren vollen Richtigkeit versichert zu seyn. Andererseits habe ich kein Recht sie zu ignoriren, weil sie, wenn sie richtig sind, das beweisen, was ich auf einer unzweifelhaften Grundlage beweisen will, sie also die Priorität von meinen Versuchen voraus hätten.

336) Hr. Bonijol in Genf*) soll einen sehr empfindlichen Apparat zur Zersetzung des Wassers durch gemeine Elektricität construirt haben. Durch Verbindung eines isolirten Blitzableiters mit diesem Apparat geschah die Zersetzung des Wassers in einer unausgesetzten und raschen Weise, selbst wenn die atmosphärische Elektricität nicht sehr kräftig war. Der Apparat ist nicht beschrieben; doch, da gesagt wird, der Draht sey sehr dünn,

*) *Biblioth. universelle*, 1830, *T. XLV p.* 213.

so scheint er mir von ähnlicher Construction gewesen zu seyn als der von Wollaston (327), und da dieser keinen Fall von wahrer polarer elektro-chemischer Zersetzung liefert (328), so scheint mir diefs Resultat des Hrn. Bonijol die Identität der gemeinen und voltaschen Elektricität, in Bezug auf chemische Action, nicht zu beweisen.

337) Auf demselben Blatte wird in der *Bibliothèque universelle* gesagt, Hr. Bonijol habe *Kali* und auch *Chlorsilber* zersetzt, indem er diese Körper in sehr enge Röhren brachte und elektrische Funken aus einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine über sie springen liefs. Es ist klar, dafs diese Erscheinungen keine Aehnlichkeit haben mit den Fällen einer wahrhaften voltaschen Zersetzung, wo die Elektricität nur zersetzt, wenn sie von dem ihrer Einwirkung ausgesetzten Körper *geleitet* wird, und aufhört nach ihren gewöhnlichen Gesetzen zu zerlegen, sobald sie in Funken überspringt. Diese Erscheinungen sind wahrscheinlich denen, welche in Pearson's und Wollaston's Apparat mit Wasser stattfanden, theilweis analog, und können durch Einwirkung einer sehr hohen Temperatur auf kleine Mengen der Substanz entstanden seyn, oder auch den Resultaten in Luft (322) zur Seite gestellt werden. Da Stickstoff sich unter dem Einflufs des elektrischen Funkens direct mit Sauerstoff verbinden kann (324), so wäre es nicht unmöglich, dafs derselbe sogar einem Theil des Kali's Sauerstoff entzogen hätte, zumal reichlich Kali zugegen war, um sich mit der gebildeten Salpetersäure zu verbinden. Wie verschieden alle diese Vorgänge auch von wahrhafter polarer elektro-chemischer Zersetzung seyn mögen, so sind sie doch sehr wichtig und wohl untersuchenswerth.

338) Der verstorbene Hr. Barry hat im verwichenen Jahr der K. Gesellschaft einen Aufsatz mitgetheilt *), der in dem Detail so deutlich ist, dafs es scheinen

*) *Phil. Trans.* 1831, p. 165 (Ann. Bd. XXVII S. 478).

könnte, als sey dadurch auf einmal die Identität der gemeinen und voltaschen Elektricität, in Bezug auf chemische Action, erwiesen; untersucht man ihn aber näher, so zeigen sich bedeutende Schwierigkeiten, gewisse Effecte mit anderen zu vereinbaren. Er gebrauchte zwei Röhren mit einem an ihrem Ende eingeschmolzenen Draht, wie man sie zu voltaschen Zersetzungen anwendet. Die Röhren waren mit einer durch Veilchensyrup gefärbten Glaubersalz-Lösung gefüllt, und, auf gewöhnliche Weise, durch eine Portion derselben Lösung mit einander verbunden. Der Draht in der einen Röhre war durch einen unechten Golddraht mit der isolirten Schnur eines elektrischen Drachens verbunden, der Draht in der andern Röhre durch einen ähnlichen Draht mit dem Boden. Alsbald erschien Wasserstoff in der mit dem Drachen verbundenen Röhre, und Sauerstoff in der anderen, in zehn Minuten war die Lösung in der ersten Röhre durch entbundenes Alkali grün, und die in der anderen Röhre durch frei gewordene Säure roth. Die einzige Angabe von der Stärke der atmosphärischen Elektricität liefert die Aeufserung: »Beim Anfassen der Schnur wurden die gewöhnlichen elektrischen Schläge gefühlt.«

339) Dafs die Elektricitat in diesem Falle nicht der aus einer gewöhnlichen Quelle gemeiner Elektricität ähnele, zeigen mehre Umstände. Wollaston konnte bei Anwendung gemeiner Elektricität mit einer solchen Vorrichtung kein Wasser zerlegen und die Gase in *getrennten* Gefäfsen erhalten; noch hat irgend einer der vielen Physiker, welche einen solchen Apparat anwandten, Wasser oder ein neutrales Salz mittelst der Elektrisirmaschine in solcher Weise zersetzen können. Neulich habe ich den Versuch mit einer grofsen sehr wirksamen Elektrisirmaschine (290) wiederholt; allein wiewohl er eine Viertelstunde lang fortgesetzt und die Maschine währenddefs siebenhundert Mal umgedreht ward, so zeigten sich doch keine sichtbaren Wirkungen. Dennoch mufsten die Schläge,

welche die Maschine gegeben haben würde, weit kräftiger und zahlreicher seyn als die, welche man, mit nur einiger Vorsichtigkeit, der Schnur eines elektrischen Drachens entlocken darf. Aus dem Vergleich, welchen ich später (371) anstellen werde, wird man ersehen, dafs, wenn gemeine Elektricität die Wirkung hervorgebracht hätte, ihre Quantität erschrecklich grofs gewesen seyn müfste, und anscheinend weit gröfser als die, welche durch einen Golddraht in den Boden geleitet werden, und zugleich die »gewöhnlichen Schläge« geben konnte.

340) Dafs die Elektricität anscheinend nicht der voltaschen Elektricität gleich war, erhellt daraus, dafs nur die »gewöhnlichen Schläge« erzeugt wurden, und nicht die entsetzliche Empfindung, welche die voltasche Säule hervorbringt, selbst wenn sie eine so schwache Spannung hat, dafs sie nicht durch eine Luftschicht von der Dicke eines Achtelzolls überschlägt.

341) Möglicherweise konnte die Luft, welche den Drachen und seine Schnur umgab, wiewohl sie sich nur in dem elektrischen Zustand befand, um blofs die »gewöhnlichen Schläge« hervorzubringen, doch, nachdem die Elektricität ausgezogen worden, ihre Ladung erneuen und so den Strom unterhalten. Die Schnur war 1500 Fufs lang und enthielt zwei Doppeldrähte. Wenn man bedenkt, welche ungeheure Menge (von Elektricität) dadurch gesammelt worden seyn mufste (371. 376), so wird die Erklärung sehr zweifelhaft. Ich lud eine voltasche Batterie von zwanzig Plattenpaaren (jede Platte von 4 Quadratzoll und die Kupferplatten doppelt) sehr stark, isolirte sie, verband ihr positives Ende mit dem Ableiter (292) und ihren negativen Pol mit einem dem Barry'schen ähnlichen Apparat, der durch einen drei Zoll tief in den Boden gesteckten Draht mit diesem in Verbindung stand. So vorgerichtet bewirkte diese Batterie nur schwache Zersetzungen, so weit ich beurtheilen konnte, im Vergleich mit der von Hrn. Barry gegebenen Be-

schreibung. Ihre Intensität war demnach weit geringer als die der Elektricität der Drachenschnur; uud sie gab also auch keine Schläge, die mit den »gewöhnlichen Schlägen« einer Drachenschnur zu vergleichen gewesen wären.

342) Hrn. Barry's Versuch ist sehr wichtig und wiederholenswerth. Bestätigt er sich, so liefert er meines Wissens den ersten berichteten Fall einer wahren elektro-chemischen Zersetzung des Wassers durch gemeine Elektricität, und lehrt eine Form des elektrischen Stromes kennen, welche, sowohl in Quantität als Intensität, zwischen dem Strom der Elektrisirmaschine und dem der voltaschen Säule genau in der Mitte steht.

(Schlufs im nächsten Hefte.)

V. *Bemerkungen über einen von Hrn. Potter angestellten Interferenzversuch;*

von G. B. Airy.

Phil. Magaz. Ser. III Vol. II p. 161. — Ein Brief an die Herausgeber dieser Zeitschrift.)

Im letzten Hefte Ihrer Zeitschrift befindet sich ein Aufsatz von Hrn. Potter über gewisse Interferenzphänomene, welche derselbe nach der Undulationstheorie für unerklärbar hält. In der That sind aber diese Phänomene gerade eine Bestätigung der Wahrheit dieser Theorie; und ich würde Sie daher nicht mit diesen Bemerkungen belästigt haben, wenn ich nicht fühlte, dafs das Publicum viel Interesse daran nehmen müfste, Versuche und Berechnungen, wie die erwähnten, deutlich und richtig ausgelegt zu sehen.

In Hrn. Potter's Versuch gelangen zwei Lichtbündel, die aus einer gemeinschaftlichen Quelle entspringen, dadurch zur Interferenz, dafs sie auf zwei Planspiegel fal-

fallen, die unter einem sehr stumpfen Winkel gegen einander neigen. Die beiden reflectirten Bündel fallen auf ein Prisma, dessen Kante parallel ist der Linie, in welcher die beiden Spiegel zusammenstofsen, und die Interferenzfransen nach dem Austritt werden auf die gewöhnliche Weise mittelst einer Lupe untersucht *). Das Licht

*) In der Hoffnung, dafs der Leser sich aus diesen Angaben eine befriedigende Vorstellung von dem Beobachtungsverfahren des Hrn. Potter werde bilden können, habe ich es für überflüssig erachtet, hier weiter aus dem Aufsatz dieses Herrn in den *Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 81 etwas hinzuzufügen, zumal die Rechnungen in demselben, die den gröfsten Theil einnehmen, auf unrichtigen Grundlagen beruhen, wie man aus den folgenden Aufsätzen des Prof. Hamilton ersehen wird. Um jedoch vollends jedes Mifsverständnifs zu heben, habe ich, bereits durch Fig. 15 auf Taf. V des vorigen Bandes, den von Herrn Potter angewandten Apparat abbilden lassen. Darin sind fg und gh die unter einem stumpfen Winkel gegen einander gestellten Spiegel, welche das vom Punkte o ausgehende Licht in der Richtung ai und bk reflectirten; dec ist das zwischen gestellte Prisma, durch dessen Wirkung die Strahlen in die Richtung $a'i'$, $b'k'$ gebracht werden. Die Fransen, welche durch die Interferenz der beiden, unter sehr kleinem Winkel sich schneidenden Lichtbündel gebildet wurden, erhalten dadurch eine entsprechende Richtungsveränderung. Nach der Brechung durch das Prisma ist pq das scheinbare Centrum dieser Fransen, in dessen Richtung gegen die Basis des Prisma's hin Hr. Potter den vermeintlichen Einwurf gegen die Undulationstheorie erblickt. — Wer weitere Auskunft über die Art, wie hier die Interferenz entsteht, suchen sollte, findet dieselbe in dem Aufsatz von Fresnel im Bd. V S. 224 dieser Annalen. Statt des Spiegelapparats, dem übrigens Hr. Prof. Baumgartner eine ganz zweckmäfsige Einrichtung gegeben hat (beschrieben in dessen Zeitschrift, 1830, Bd. VII S. 399 — und durch den Mechanikus Plöfsl zu beziehen), kann man auch das von F. Herschel in seinem Werke über das Licht (Uebersetzung), S. 399, empfohlene sehr stumpfe Glasprisma anwenden, das durch Refraction, wie die Spiegel durch Reflexion, den beiden Lichtstrahlen die erforderliche kleine Neigung gegen einander giebt, wenn man es mit dem brechenden Winkel (der etwa 170° beträgt) so gegen die Lichtquelle stellt, dafs von der stumpfen Kante ab ein Theil der Strahlen links und der andere rechts

als homogen voraussetzend, findet Hr. Potter (richtig) aus der Undulationstheorie, dafs die Punkte, wo die Wege der Bündel von beiden Bildern gleich sind, fast genau in die Mitte der Mischung beider Lichter fallen. Hieraus schliefst er, die Mitte der Lichtermischung müsse das Centrum der Interferenzfransen seyn. Dagegen schien es bei dem Versuch, dafs bei stufenweiser Entfernung des Auges und der Lupe von dem Prisma die Interferenzfransen immer mehr und mehr von der Mitte des gemischten Lichts gegen die Basis des Prisma's fortrückten und endlich verschwanden. Dieser Widerspruch ist es nun, der erklärt werden soll.

Gesetzt das Licht sey *nicht* homogen (die Gründe für die Richtigkeit dieser Annahme sollen sogleich angeführt werden), und es sey nur das Verhältnifs der Unterschiede zwischen den Wellenlängen, oder, wenn Sie wollen, zwischen den Längen der Anwandlungen für alle Farben und der Länge, die einer besonderen Farbe entspricht, dasselbe wie das Verhältnifs der Unterschiede zwischen den Ablenkungen dieser Farbenstrahlen (erzeugt durch das Prisma des Versuchs) und der Ablenkung, welche jener besonderen Farbe entspricht. Diese Annahme ist sehr nahe richtig, wenn das Licht nur aus Strahlen von der Hälfte oder einem Drittel des Spectrums besteht. Untersuchen wir jetzt, welche Lage die Fransen haben werden.

durchgehen mufs. — Baden Powell behauptet übrigens in einer populären Darstellung der Diffractionserscheinungen (*Phil. Magaz. Ser. II Vol. XI p.* 3 und *Ser. III Vol. I p.* 433), der Fresnel'sche Spiegelversuch erfordere zum Gelingen gar keine complicirten Apparate; es reiche hin, zwei aus derselben Glasscheibe geschnittene Tafeln von einem Quadratzoll Fläche auf einen ebenen Tisch zu legen, mit den Kanten zusammenzuschieben, und die eine an dem entgegengesetzten Rand durch einen untergeschobenen Papierstreif etwas zu heben; auch könne die dunkele Kammer füglich durch einen in der Mitte durchlöcherten Schirm, und der Heliostat durch eine das Sonnenbild reflectirende Thermometerkugel ersetzt werden. *P.*

Jedes homogene Licht, aus welchem das einfallende heterogene Licht besteht, wird eine zahllose Reihe dunkler Striche (*bars*) erzeugen, welche sich eben so weit als die Lichtmischung der beiden Bündel erstrecken und durch nichts von einander unterschieden sind. Die Betrachtung eines homogenen Lichts wird uns daher in den Stand setzen, zu bestimmen, welchen Punkt das Auge als Centrum der Fransen anzusehen habe. Was ist nun aber der physikalische Umstand, der das Centrum der Fransen bestimmt?

Die Antwort darauf ist sehr leicht. Für verschiedene Farben haben die Striche verschiedene Breite. Wenn daher die Striche für alle Farben an einer Stelle der Lichtmischung coincidiren, so thun sie es nicht an einer anderen Stelle; allein in gleichen Entfernungen diefs- und jenseits von der Stelle der Coincidenz werden sie gleich weit vom Zustande der Coincidenz entfernt seyn. Können wir dann finden, wo die Striche aller Farben coincidiren, so ist dieser Punkt das Centrum der Fransen *).

Es erhellt daraus, dafs das Centrum der Fransen *nicht* nothwendig der Punkt zu seyn braucht, wo die beiden Lichtbündel gleiche Wege beschrieben haben; vielmehr wird er durch Betrachtungen ganz anderer Art bestimmt. Und diefs ist der radicale Fehler, in den Hr. Potter verfallen ist. Die Unterscheidung ist wichtig für diese und andere Versuche.

Um das Centrum der Fransen in Hrn. Potter's Versuch zu finden, müssen wir folgendermafsen verfahren.

Zuerst müssen wir voraussetzen, dafs das Prisma die

*) Man sieht, Hr. A. versteht unter *Strichen* die hellen und dunkeln Zonen, welche durch die Interferenz in einem homogenen Lichte entstehen; unter *Fransen* dagegen die analogen Zonen im weifsen Lichte, also die Zonen, welche durch Uebereinanderlage der *Striche* entstehen. In dieser Bedeutung hat man hier immer die beiden Ausdrücke zu nehmen. Es ist übrigens einleuchtend, dafs das was hier Kürze halber Centrum der Fransen genannt wird, weder ein Punkt noch eine Linie, sondern in Wirklichkeit eine Ebene ist. *P.*

gelben Strahlen mehr als die rothen ablenke, und dafs die Interferenzstriche in den gelben Strahlen schmäler als in den rothen seyen. Dann geben wir zu, dafs das Centrum der Mischung *für jede Farbe* ein Punkt sey, welchen die interferirenden Bündel dieser Farbe durch eine gleiche (oder vielmehr gleichwerthige) Zahl von Wellenlängen (*paths*) erreicht haben; und deshalb ist er der Ort eines hellen Striches *für diese Farbe*. Da endlich die interferirenden Bündel der verschiedenen Farben durch das Prisma ungleich abgelenkt werden, so nehmen die Centra der Mischungen aus den einzelnen Farben nicht einen und denselben Platz ein.

Aus der letzten Betrachtung folgt zugleich, dafs das Centrum der Mischung nicht der Ort des Centrums der Fransen seyn könne, in sofern als ähnlich liegende Striche der verschiedenen Farben dort nicht vereinigt seyn werden. Um den Ort zu finden, wo sie vereinigt sind, müssen wir erwägen, dafs die rothe Mischung am wenigsten abgelenkt ist, ihr Centrum also am wenigsten gegen die Basis des Prisma hingerückt seyn wird, dafs aber ihre Striche die breiteren sind; das Centrum der gelben Mischung ist weiter vorgerückt, aber die Striche in derselben sind die schmäleren. Es wird daher eine solche Zahl n von Strichen geben, dafs die lineare Ablenkung des rothen Centrums $+n\times$Breite eines rothen Strichs $=$Linear-Ablenkung des gelben Centrums $+n\times$Breite eines gelben Strichs. Ist die Gleichheit nicht genau, so kann n so gewählt werden, dafs der zweite Theil der Gleichung gröfser als der erste ist, doch so, dafs, wenn $n+1$ statt n gesetzt wird, der erste Theil der gröfsere ist. Der $n$te rothe und der $n$te gelbe Strich, so bestimmt, werden coincidiren und ihr Ort wird das wahre Centrum der Fransen seyn. Klar ist, dafs, wenn die lineare Dispersion des Prisma's nur klein ist, d. h. wenn die Lupe dem Prisma sehr nahe gehalten wird, das Centrum der Fransen nicht merklich vom Centrum der Mischung jeder ein-

zelnen Farbe abweicht; dafs aber, wenn die lineare Dispersion grofs ist oder die Lupe weit vom Prisma absteht, das Centrum der Fransen sich sehr vom Centrum jeder einzelnen Mischung entfernt.

Algebraisch können wir diefs so ausdrücken. — Ist d die Linear-Ablenkung des Centrums der Mischung einer Normalfarbe, $d+\delta d$ die für irgend eine andere Farbe, b die Breite eines Strichs der Normalfarbe, $b+\delta b$ die irgend einer anderen Farbe; dann ist der Abstand des $n$ten Strichs vom Anfangspunkt von d für die Normalfarbe $d+nb$ und für die andere Farbe $d+\delta d+n(b+\delta b)$. Diese Abstände werden gleich, wenn $\delta d+n\delta b=0$, woraus $n=-\frac{\delta d}{\delta b}$. Diefs giebt den Abstand vom Orte der Coincidenz $=d-\frac{b\delta d}{\delta b}$; da δd und δb entgegengesetzte Zeichen haben, so ist dieser Abstand gröfser als d, oder die Stelle der Coincidenz ist von dem Ursprung von d in Richtung der Ablenkung fortgeschoben, d. h. gegen die Basis des Prisma's hin. Und da, wenn man sich vom Prisma entfernt, δd wächst, während $\frac{b}{\delta b}$ ungeändert bleibt, so folgt, dafs die Stelle der Coincidenz immer weiter gegen die Basis des Prisma's vorrücken wird. Haben δd und δb dasselbe Verhältnifs für Strahlen von verschiedener Farbe (was, wie bereits erwähnt, sehr nahe wirklich der Fall ist), so wird bei einer gegebenen Lage der Lupe die Vereinigung der Farben vollkommen seyn an der Stelle, welche wir für das Centrum der Fransen gefunden haben; und dieselbe Stelle würde noch das Centrum der Fransen bleiben, wenn ein Theil der Farben fortgenommen, oder das Licht homogener gemacht wird.

Es erhellt nun, dafs wir zufolge der Undulationstheorie genau die Phänomene haben müssen, welche Hr. Potter in der Annahme, das Licht sey homogen, beobachtet hat. Es leuchtet ferner ein, dafs eine Verminde-

rung der Heterogenität nicht den Ort des Centrums verrücken wird, sondern dafs sie nur die Wirkung hat, eine gröfsere Anzahl von Strichen diefs- und jenseits des Centrums sichtbar zu machen. Im Fall jedoch das Licht streng homogen wäre, würde das ganze Feld der Lichtmischung bedeckt seyn mit Strichen, von denen man einen nicht mehr als den anderen das Centrum der Fransen nennen könnte.

Doch diefs findet keine Anwendung auf Hrn. Potter's Versuch, so lange wir zeigen können, dafs das von ihm angewandte Licht heterogen war. Jeder, der Versuche dieser Art angestellt, und dabei erfahren hat, welche Helligkeit zu ihnen erfordert wird, und wie schwach jedes einigermafsen homogene Licht ist, wird, glaube ich, diese Annahme für *wahrscheinlich* halten. Allein ich will weiter gehen und behaupten, aus den Versuchen selbst folge mit *Gewifsheit*, dafs das Licht heterogen war. Der Grund ist einfach und unwiderleglich der, dafs wenn das Licht homogen gewesen wäre, kein unterscheidbares Centrum der Fransen hätte sichtbar seyn können. Und wie klein auch die Heterogenität seyn mochte, so nahm doch das Centrum der Fransen denselben Ort ein, wie wenn das Licht (innerhalb gewisser Gränzen) auch noch so heterogen war. Die von Hrn. Potter beobachtete Erscheinung steht demnach, so weit sich aus einer Erklärung in allgemeinen Zügen schliefsen läfst, vollkommen im Einklang mit der Undulationstheorie.

Das Princip, nach welchem ich den Ort des Centrums der Fransen bestimmt habe, ist, wiewohl auch Sir John Herschel davon bei Einem Versuche Gebrauch machte, meines Wissens niemals deutlich ausgesprochen. Es findet jedoch in sehr vielen Fällen Anwendung, sowohl bei Erklärung der Polarisationserscheinungen durch Interferenz, als auch bei der Interferenz des gemeinen Lichts. Der folgende lehrreiche Versuch (auf welchen häufig angespielt worden ist) zeigt sehr augenfällig die

Anwendung dieses Princips. Ich führe ihn um so lieber an, als ich aus einer Stelle in Hrn. Potter's Aufsatz schliefse, er sey nicht abgeneigt denselben zu wiederholen. Ich werde ihn in der Form beschreiben, wie ich ihn in der Praxis am leichtesten gefunden habe.

Man mache sich einen kleinen Holzrahmen (ähnlich einem Fensterrahmen oder lieber dem einer gewöhnlichen Rechentafel, doch kleiner), säge zwei entgegengesetzte Seiten durch und vereinige sie wieder durch Angeln. Nachdem man die beiden Theile in Eine Ebene gebracht hat, setze man eine klare Glasscheibe in den Rahmen, kitte sie fest und schneide sie nun in der die Angeln verbindenden Linie mit einem Diamante durch. Der Rahmen wird sich nun gut drehen lassen, und zwei gleich dicke Glasscheiben einfassen, die sich in der Drehlinie fast genau berühren. Man befestige hierauf eine Seite des Rahmens so, dafs das Glas in demselben das Licht, welches auf einen der Spiegel fallen soll, senkrecht empfange, und dafs zugleich die Linie der Angeln die auf die beiden Spiegel fallenden Lichtbündel theile. Dann wird der eine Bündel durch das feste, der andere durch das bewegliche Glas gehen. Befinden sich nun die Gläser in Einer Ebene, so werden die Interferenzfransen nicht verschoben. So wie man aber, während das eine Glas senkrecht auf dem Bündel steht, das andere neigt, werden die Fransen sogleich nach dem Bündel hingeschoben, welcher durch das geneigte Glas gegangen ist.

So weit ist der Versuch oft beschrieben worden; doch der Punkt, welchen ich besonders hervorheben wollte, ist folgender. Wenn man, nachdem man die Fransen für den Fall, dafs die beiden Gläser in Einer Ebene stehen, beobachtet hat, die Lupe verläfst, dem einen Glase eine andere Stellung giebt, und zur Lupe zurückkehrt, findet man das Centrum der Fransen verschoben, und man könnte vielleicht daraus schliefsen, dafs die Fransen unverändert verschoben worden seyn, und dafs der Strich, wel-

cher zuvor der Centralstrich war, es auch jetzt noch sey. Nichts ist jedoch minder wahr als dieſs, wie man leicht wahrnehmen kann, wenn man mittelst eines kleinen Mechanismus (eine Schnur und ein in entgegengesetzter Richtung wirkendes Gewicht sind völlig hinreichend) das Glas neigt, ohne das Auge von der Lupe abzuwenden. Man sieht dann die Fransen sich verschieben, allein zugleich ihren Charakter in der Art ändern, daſs das Auge nach kurzer Anschauung derselben vollkommen verwirrt ist. Nehmen wir zur Deutlichkeit der Ideen an, die Fransen verschöben sich gegen die Rechte; der centrale weiſse Strich wird im Fortrücken blau an seinem rechten Rande und roth an seinem linken Rande, und wenn er ungefähr um *vier* Striche fortgerückt ist, so ist der helle weiſse Strich der *fünfte* von dem ursprünglichen Ort des hellen weiſsen Strichs (für sehr genau gebe ich indeſs diese Zahlen nicht aus).

Diese Beobachtung, welche sich leicht ohne Bewegung des Auges machen läſst, zeigt deutlich den Unterschied zwischen dem *Verschieben der Striche* und dem Verschieben des *Centrums der Fransen.* In Hrn. Potter's Versuch verschiebt sich (beim Fortziehen des Auges und der Lupe von dem Prisma) das *Centrum der Fransen*, allein die *Striche* selbst bleiben (gemäſs der Theorie) beinahe stillstehen; es wird indeſs nicht leicht seyn, dem Auge die zu diesen Beobachtungen nöthige Festigkeit zu geben.

Die andere Thatsache, deren Hr. Potter erwähnt, nämlich daſs die Fransen schmäler werden, wenn man durch Drehung des Prisma's den Austrittswinkel sehr vergröſsert, ergiebt sich als eine directe Folge aus der Undulationstheorie. In der That, kommt das Licht nach dem Austritt von zwei virtuellen Bildern her, die viel weiter getrennt sind als die früheren; und die Breite der Fransen verhält sich caeteris paribus umgekehrt wie der Abstand der strahlenden Bilder.

Dieſs sind nun die Bemerkungen, welche ich über Hrn. Potter's Versuch zu machen beabsichtigte. Ich kann jedoch nicht schlieſsen, ohne nicht noch eine gelegentliche Aeuſserung desselben zu berühren. Er sagt: »*die unglückliche halbe Undulation, welche fortwährend von allen Anhängern der Undulationstheorie gesucht worden.*« Ich berühre diesen Einwurf, theils weil ich schon einen etwas ähnlichen anderswo gehört habe, theils weil ich aus der Art, wie Hr. Potter ihn aufstellt, schlieſsen muſs, daſs er sie aus einer sehr mangelhaften oder irrigen Angabe entnommen habe. *Ich kenne keinen Fall, wo »eine halbe Undulation zu suchen nöthig sey.*«

Zum Unglück für eine Theorie geschieht es zuweilen, daſs die Worte ihres Urhebers, welche in der Kindheit der Theorie nöthig waren, beibehalten werden, wann sie nicht nur überflüssig, sondern gar nachtheilig sind. Die Sätze, welche im Jugendalter einer Theorie nothwendig sind, um die Unterscheidung verschiedener Fälle zu bezeichnen, tragen in nicht geringem Grade zu ihrer Dunkelheit bei, wenn sie so weit vorgerückt ist, daſs jeder einzelne Fall in Einen allgemeinen Proceſs eingeschlossen werden kann. Dieſs hat sich mit den Sätzen ereignet, auf welche, wie ich vermuthe, Hr. Potter hier anspielt.

Der Wechsel einer halben Undulation ist in der That ein Wechsel des Zeichens der Vibrationen, aus denen die Undulation besteht. Das Einzige, was erklärt werden muſs, ist dieser Wechsel des Zeichens; und die einzigen Fälle, wo ein solcher Zeichenwechsel eintritt, finden sich meines Wissens zuweilen bei der Interferenz des polarisirten Lichts, und bei der Interferenz des Lichts, welches die Newton'schen Ringe bildet. Vielleicht erkläre ich die scheinbare Schwierigkeit am besten, wenn ich gewisse Fälle in der Geometrie als Gleichnisse wähle.

Um einem Schüler die Beziehung zwischen dem sinus versus und dem cosinus klar zu machen, können wir

sagen: »der sinus versus entsteht durch Subtraction des cosinus vom radius, wenn der Bogen kleiner ist als ein Quadrant, dagegen durch Addition des cosinus zum radius, falls der Bogen gröfser ist als ein Quadrant. Diefs sind für ihn zwei besondere Fälle; allein der ausgebildete Mathematiker betrachtet beide, vermöge der Theorie des Zeichenwechsels, nur als einen einzigen.

Eben so verhält es sich mit der Interferenz des polarisirten Lichts. In gewissen Fällen sind zwei zerfällte Vibrationen zu addiren; bei Annäherung an eine gewisse Gränze verschwindet eine von ihnen; über diese Gränze hinaus kommt sie wieder zum Vorschein, doch in solcher Weise, dafs sie von der ersteren abgezogen werden mufs. Doch alle diese Veränderungen finden mit eben so grofser Regelmäfsigkeit statt wie die Veränderungen in der Vorschrift zur Bildung des sinus versus aus dem cosinus, und folgen in der That genau demselben Gesetze.

Wollen wir einem Anfänger in der Mechanik die Bewegung elastischer Kugeln, von denen eine die andere, welche in Ruhe war, gestofsen hat, erklären, so können wir vielleicht zwei besondere Fälle unterscheiden, nämlich den, wo die stofsende Kugel gröfser, und den, wo sie kleiner war als die ruhende; und wir werden dann sagen im ersten Fall habe die Bewegung der stofsenden Kugel nach dem Stofse dieselbe Richtung wie vor demselben, im letzteren Falle sey dagegen die Bewegung nach dem Stofse von entgegengesetzter Richtung wie vor demselben. Ein weiter vorgerückter Schüler würde begreifen, dafs beide Fälle in die allgemeine Formel $\frac{A-B}{A+B}.v$ eingeschlossen sind.

So verhält es sich mit der Reflexion des Lichts an der innern und äufsern Oberfläche des Glases. Die mechanischen Bedingungen scheinen den eben angeführten genau gleich zu seyn, und das theoretische Resultat ist

auch ähnlich. In dem einen Fall nämlich sind wir zu der Annahme gezwungen, dafs die übrigbleibende Bewegung (welche den reflectirten Lichtstrahl erzeugt) dieselbe Richtung wie zuvor behalte, und in dem andern Fall sind wir eben so zu der Voraussetzung genöthigt, dafs die übrigbleibende Bewegung eine entgegengesetzte Richtung habe als sie vorhin hatte. Ich lege weniger Gewicht auf diesen Theil der Undulationstheorie als auf den andern, weil ich den mechanischen Theil der Undulationstheorie im Allgemeinen für weniger vollkommen als den geometrischen halte; doch was ich gesagt habe, zeigt klar, dafs in diesem Zeichenwechsel nichts Willkührliches liegt, sondern dafs er nothwendig von der Theorie gefordert wird. Ich mufs hinzufügen, dafs über welchen Theil der Undulationstheorie man auch eine vollständige mathematische Untersuchung anstelle, z. B. über die verwickeltsten Polarisationserscheinungen, — die »*Nachfrage nach einer halben Undulation*,« welche einen so starken Eindruck auf Hrn. Potter machte, *niemals vorkommt*.

Ich bin erfreut, dafs Hr. Potter ernstlich bemüht war seine Versuche mit den mathematischen Resultaten aus der Undulationstheorie zu vergleichen. Ich hoffe, zum Besten der Wissenschaft, dafs er seine Versuche fortsetzen werde, hoffe, mehr zu seiner eigenen Ueberzeugung, dafs er auch die entsprechende mathematische Untersuchung verfolgen wolle. Fährt er dabei fort den Vergleich zwischen beiden in demselben philosophischen Geiste, welcher seinen letzten Aufsatz auszeichnet, anzustellen, so kann ich mit Zuversicht voraus sagen: Hr. Potter wird bald ein *Undulationist* werden.

VI. *Ueber die Wirkung der Abirrung bei prismatischer Interferenz;*

von W. R. Hamilton.

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 191.)

Hrn. Potter's Versuche und Schlüsse in Betreff der Erscheinungen bei prismatischer Interferenz verdienen Beachtung; denn, wären sie richtig, würden sie einen furchtbaren Einwand gegen die Undulationstheorie abgeben, ihr vielleicht den Todesstreich versetzen. Ich habe die Versuche nicht wiederholt, mich aber bemüht, den mathematischen Theil der Aufgabe zu untersuchen, und bin dabei zu Resultaten gelangt, welche von denen des Hrn. Potter abweichen, und zu zeigen scheinen, dafs die von ihm beschriebenen Erscheinungen mit der Undulationstheorie übereinstimmen. Es wird daher nützlich seyn, meine Resultate kurz anzugeben, in einer Form, welche zu einem Vergleiche derselben mit denen, die sie berichtigen sollen, geeignet ist.

Hr. Potter glaubt, es sey eine mathematische Folgerung aus der Undulationstheorie, dafs wenn Strahlen in einer auf der Kante des Glasprisma's senkrechten Ebene divergirend von einem leuchtenden Punkt im Vacuo fortschiefsen und nach der Refraction im Prisma wieder in das Vacuum ausfahren, der Ort der von diesem ausfahrenden Licht gleichzeitig erreichten Punkte ein Kreis sey, entweder in aller Strenge oder wenigstens mit hinreichender Annäherung, um darnach die Lage der Centralpunkte der Interferenz zweier ausfahrender Bündel homogenen Lichts zu bestimmen, die von zwei nahen Lichtquellen, nämlich den an zwei unter sehr stumpfem Winkel gegen einander geneigten Planspiegeln reflectirten Bildern eines *leuchtenden* Punkts ausgehen. Er schliefst daraus, dafs

diese Centralpunkte der Interferenz, in der gegebenen auf der Kante senkrechten Ebene, in einer gewissen Hyperbel liegen, welche *gegen den brechenden Winkel des Prisma's* neigt, während er bei dem Versuch ein Abneigen *von diesem Winkel* gefunden hat. Ich finde jedoch, dafs in Folge der *prismatischen Aberration* (welche gröfser ist als die Aberration einer Linse) der Durchschnitt einer ausfahrenden Welle merklich von der Kreisform abweicht, und die Zeit der Ankunft des Lichts an irgend einem gegebenen Interferenzpunkt eine merkliche Correction erfordert. Mit Berücksichtigung dieser finde ich für den Ort der Punkte centraler Interferenz in der Ebene senkrecht auf der Kante des Prisma's eine *nicht hyperbolische* Curve, welche auch *nicht gegen* den brechenden Winkel des Prisma's, sondern von *ihm ab* neigt, so dafs das von Hrn. Potter beobachtete Phänomen eine Folge der Undulationstheorie wird.

Zur Vereinfachung der Aufgabe will ich, wie er, annehmen, dafs die Linie, welche die beiden benachbarten Lichtquellen verbindet, senkrecht durchschnitten werde von einer Linie, welche, als einfallender Lichtstrahl betrachtet, das Minimum der Ablenkung erleiden und in einer gewissen Richtung ausfahren würde, die ich, mit ihm, zur Axe der x annehme. Ich will auch mit ihm voraussetzen, dafs diese ausfahrende Linie durch die Kante oder sehr dicht bei ihr hindurch gehe, und will die positiven Ordinaten y gegen die Basis des Prisma, die positiven Abscissen x vom einfallenden zum ausfahrenden Lichte hin messen. Das Problem besteht nun darin, aus dem Gesetz der Undulationsgeschwindigkeit den Ort der Punkte centraler Interferenz oder gleichzeitiger Ankunft des Lichts von den beiden Leuchtquellen, wenigstens annähernd, durch eine Gleichung in x und y zu bestimmen.

Indem nun Hr. Potter die Coordinaten des prismatischen Brennpunkts oder Bildes, welches der einen Lichtquelle angehört, durch die Werthe

$$x=ma \qquad y=a$$

bezeichnet, und die des prismatischen Bildes von der andern Lichtquelle durch

$$x=0 \qquad y=-a,$$

wo a der halbe Abstand zwischen beiden Lichtquellen ist, und m eine positive Zahl, welche vom brechenden Winkel und vom Brechungsverhältnifs des Prisma's abhängt, findet derselbe für den Unterschied der Ankunftszeit der beiden Strahlen des ausfahrenden Lichts an irgend einem, nicht zu weit von der Axe x abgelegenen Punkt, dessen Coordinaten x und y sind, den Ausdruck:

$$\sqrt{x^2+(y+a)^2}-\sqrt{(x-ma)^2+(y-a)^2}-ma \ldots \quad (1)$$

und indem er diesen Ausdruck gleich Null setzt, findet er für den Ort der Punkte centraler Interferenz die Gleichung einer Hyperbel, welche unter folgende approximative Formel gebracht werden kann:

$$y=\frac{ma^2}{4x} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Wäre nun diese Analyse hinlänglich, so würde sie zeigen, wie Hr. Potter geschlossen hat, dafs y *abnimmt*, und dafs der Ort *dem brechenden Winkel des Prisma's zuwärts* strebt, wogegen der Versuch ein entgegengesetztes Streben darthat.

Ich finde indefs, dafs, wegen der prismatischen Aberration, der Ausdruck (1) für den Unterschied der Ankunftszeiten folgende Correction erfordert:

$$\frac{ml}{4}\left(\frac{y+a}{x}\right)^3-\frac{ml}{4}\left(\frac{y-a}{x}\right)^3 \quad \ldots \quad (3)$$

worin l eine positive Gröfse ist, nämlich die Länge des Weges, welchen das Licht bei Ankunft an der Ecke des Prisma's durchlaufen hat. Nach Berücksichtigung dieser Correction (3) giebt die Gleichung des gesuchten Orts der Punkte centraler Interferenz den folgenden angenäherten Ausdruck für die Ordinate y:

$$y=\frac{ma^2}{4x}-\frac{ma^2l}{4x^2} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Das zweite Glied ist durch die Aberration eingeführt, ist aber von derselben Ordnung wie das erste. Berücksichtigt man diefs neue Glied in dem Ausdruck für die Ordinate, so haben wir durch Differentiation:

$$\frac{dy}{dx}=-\frac{ma^2}{4x^2}+\frac{ma^2l}{2x^3}=\frac{ma^2(2l-x)}{4x^3} \quad \ldots (5)$$

so dafs, während x von seinem Werthe l am Prisma bis zum Werthe $2l$ wächst, die Ordinate y *auch wächst*, und zwar von 0 bis $\frac{ma^2}{16l}$, und *die Curve gegen die Basis des Prisma's neigt*, wie sie es nach dem Versuche thut. Wenn x ferner zunimmt, d. h. wenn das Auge weiter als die Länge des einfallenden Wegs, d. h. weiter als der Abstand des Prisma's von den beiden benachbarten Lichtquellen, vom Prisma entfernt wird, beginnt zwar die Curve nach der andern Seite, wiewohl langsamer, zu neigen; allein die Versuche des Hrn. Potter scheinen nicht bei einem so grofsen Abstand vom Prisma angestellt worden zu seyn, und deshalb scheint das von ihm beobachtete Phänomen durch die Undulationstheorie erklärt zu werden.

VII. *Antwort auf die Bemerkungen der Professoren Airy und Hamilton in Betreff des Aufsatzes über die Interferenz des Lichts nach seinem Durchgange durch ein Glasprisma;*

von R. Potter.

(Im freien Auszuge aus dem *Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 276.)

Diese Antwort zerfällt in drei Theile. Der erste enthält die Erwiederung auf Hrn. Airy's Bemerkungen, der zweite eine ähnliche auf die von Hrn. Hamilton, und

der dritte eine Auseinandersetzung der Gründe, weshalb Hr. Potter bis jetzt noch glaubt die Undulationstheorie verwerfen zu müssen.

Veranlafst durch Hrn. Airy's Behauptung, dafs sich beim Abrücken des Auges von dem Prisma nicht der Ort der Interferenzstriche, sondern nur der des Centrums der Interferenzfransen (Strich und Fransen in der S. 307 auseinandergesetzten Bedeutung genommen) verschoben werde, hat Hr. Potter seinen Versuch wiederholt, und zwar mit Anwendung des rothen Lichtes, welches eine Lösung von Jod in Jodwasserstoffsäure von geeigneter Concentration liefert, und das nach ihm homogener ist als das des rothen Glases von alten Kirchenfenstern, welches doch Fresnel zu, wie er meint, weit feineren Versuchen anwendbar fand. Hr. Potter bleibt indefs bei der Behauptung stehen, dafs sich die Striche selbst verschieben, und bemerkt dabei gegen Hrn. Airy, er habe auch in seinem ersten Aufsatz nicht gesagt, dafs sich blofs das Centrum der Fransen verschiebe.

Auf die Einwürfe des Hrn. Hamilton bemerkt Hr. Potter, die Wirkungen der prismatischen Aberration seyen nach der Formel (4), Seite 318, viel zu klein, als dafs sie die von ihm beobachtete Erscheinung erklären könnten. Der Unterschied der Ordinaten y der centralen Franse für die Abscissen $x=45$ und $x=55$ Zoll betrage nach der Formel nur etwas mehr als drei Milliontel eines Zoll, sey aber in der Wirklichkeit mehre tausend Mal gröfser. Auch sey in dem Versuche die Ordinate nicht Null am Prisma, wie sie es nach der Formel seyn müfste.

In Betreff der Hoffnung endlich, die Hr. Airy von ihm gehegt, dafs er nach sorgfältigerem Studium der von ihm beobachteten Erscheinung wahrscheinlich bald ein Anhänger der Undulationstheorie werde, entgegnet Hr. Potter, diese Wahrscheinlichkeit scheine ihm von Tag zu Tag geringer zu werden. Indefs sind die Forderungen,

gen, welche er an die Undulationstheorie macht, von der Art, dafs er sich wohl zeitlebens aller Theorie wird entschlagen müssen; wir wenigstens wüfsten keine, die im Stande wäre, den Zusammenhang zwischen Licht, Wärme, Elektricität und chemischer Action, wie er ihn fordert, nachzuweisen. Wir glauben diesen Theil der Erwiederung ohne Nachtheil für die Sache ganz übergehen zu können, wollen indefs, damit man uns nicht der Partheilichkeit beschuldige, noch zwei specielle Vorwürfe, die Hr. Potter der Undulationstheorie macht, daraus hervorheben.

Dafs die Erklärung der Undulationstheorie von den Newton'schen Ringen unzulässig sey, sagt er, kann man aus folgenden Thatsachen schliefsen. Drückt man eine Linse gegen eine Fläche eines Glaswürfels, und sieht durch die gegenüberstehende Fläche, so erblickt man den centralen dunklen Fleck, umgeben von Ringen. Sieht man dagegen durch eine der anliegenden Seiten, so erblickt man zwar den centralen Fleck, aber ohne Ringe, mitten auf der Fläche, woran eine totale Reflexion stattfindet. In diesem letzten Fall ist es aber unmöglich das schwarze Centrum durch Interferenz zu erklären, und doch müfste hier dieselbe Erklärung angewandt werden, welche man im ersteren Fall anwendet. Ist die Linse von weniger brechendem Glase als der Würfel, und fällt das Licht auf die Unterfläche des Glaswürfels unter dem richtigen Winkel für beide Flächen ein, so verschwindet der dunkle Fleck endlich, nachdem er anfangs eine purpurrothe und darauf verschiedene andere Farben angenommen hat. Am besten nimmt man diese Erscheinungen gewahr, wenn man eine Linse gegen eine der Hypothenusen-Seiten eines rechtwinklichen und gleichschenklichen Prisma's drückt. Man kann dann den schwarzen Fleck entweder im total oder im partiell reflectirten Lichte sehen, je nachdem man das Auge hebt oder senkt; und man kann dabei bemerken, dafs das *Weifs* des ersten Rings der

Punkt ist, an dem die totale Reflexion zuerst vollkommen wird, und von dem aus die Messung der Abstände beider Flächen und die Interferenz-Rechnung angefangen werden mufs.

Was die Nachfrage nach der halben Undulation betrifft (die Hr. Potter, wie er sagt, aus Th. Young's Schriften — jedoch aus dem schon Jahre alten Artikel »*Chromatics*« im Supplement der *Encyclopaedia Britannica* — kennen gelernt habe), so meint Hr. Potter, dieselbe werde am besten durch einen einfachen Versuch mit den beiden Spiegeln beseitigt. Die Vertheidiger der Undulationstheorie versichern uns unaufhörlich, der centrale Streif sey *immer* ein *weifser*. Meiner mehrfachen Erfahrung gemäfs sieht man ihn aber sowohl schwarz als weifs, doch häufiger schwarz, besonders wenn die Striche wohl begränzt sind. Ich war so überrascht durch diese Unsicherheit, dafs ich, fährt Hr. Potter fort, vor einigen Jahren an Sir J. Herschel schrieb, und ihn bat, mir sein Beobachtungsverfahren und seine Resultate mitzutheilen. Ich schlofs späterhin, wie man aus meinen in Oxford gehaltenen Vortrag über Interferenz ersehen kann, dafs die Erscheinung aus einer Aberration in dem Brennpunkt der zur Hervorbringung des Sonnenbildes gebrauchten Linse entstehe; und neulich fand ich die Mittel auf, um zu einem, wie mir scheint, untadelhaften Resultat zu gelangen. Meine beiden Spiegel von Spiegelmetall waren so nahe parallel, dafs die Bilder des leuchtenden Punkts dem unbewaffneten Auge als ein einziges erschienen; und als ich durch eine Lupe von $\frac{3}{4}$ Zoll Brennweite sah, fand ich vier Streifen, das ganze Gesichtsfeld bedeckend. Ich bemühte mich sogleich eine *Verschiebung des Centrums* zu bewirken; allein ich fand, dafs dieselbe, wegen der grofsen Breite der Fransen, nicht wahrnehmbar zu Stande kam, fand aber, dafs die centrale Franse *ganz unzweifelhaft* eine schwarze war, da die Farben zu beiden Seiten derselben vollkommen

symmetrisch lagen. Sollte diese Art, den Versuch anzustellen, nicht die einwurffreiste seyn, so würde es mich freuen, wenn die, welche vorgeben, die centrale Franse sey *immer weifs*, mich belehrten, und mir zeigten, wie man verfahren müsse, um diesen so wichtigen Gegenstand zu erledigen.

VIII. *Ueber die undulatorische Durchgangszeit des Lichts durch ein Prisma;*

von W. R. Hamilton.

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 284)

Seit der Bekanntmachung meines kleinen Aufsatzes über die Aberration bei prismatischer Interferenz (S. 316) habe ich Professor Airy's Bemerkungen über Hrn. Potter's Versuch gelesen, in welchen angenommen wird, dafs die beobachteten centralen Punkte, die nach der Basis des Prisma neigen, nicht die Punkte der gleichzeitigen Ankunft zweier homogenen Lichtbündel seyen. Aus der wohlbekannten Erfahrenheit und Geschicklichkeit des Prof. Airy als Beobachter halte ich es für wahrscheinlich, dafs er die richtige physikalische Erklärung von Hrn. Potter's lehrreichem Versuch gegeben habe, wiewohl ich wünschte, dafs dieser Versuch mit sorgfältigen mikrometrischen Messungen wiederholt würde.

Doch halte ich auch die mathematische Berichtigung, welche ich in meinem Aufsatz aufstellte, für richtig. In jenem Aufsatz hielt ich mich an Hrn. Potter's eigene Beschreibung seines Versuchs, nach welcher er in der auf der Kante senkrechten Ebene, in dem Orte der Punkte gleichzeitiger Ankunft der beiden nahe homogenen Lichtbündel, ein Streben *nach der* Basis des Prisma hin, von einer gewissen intermediären Linie *ab*, gefunden hat.

Ich bemühte mich zu zeigen, dafs nach der Undulationstheorie dieser Ort auf eine beträchtliche Strecke in dieser Richtung, und nicht in der entgegengesetzten herüberneigen *müsse;* ein mathematisches Resultat, welches dem von Hrn. Potter widersprach. Es wird, hoffe ich, unnöthig seyn, dem Herrn, von dessen mathematischer Untersuchung ich mich gezwungen fühlte abzuweichen, hier abermals meine aufrichtige Hochachtung zu bezeugen. Doch da ich in meinem Aufsatz nur zu seiner Formel für den Unterschied der Ankunftszeit zweier homogenen Lichtbündel die Berichtigung gab, wie sie aus der prismatischen Aberration wegen der Gestalt hervorgeht, und ich dabei den Einfluſs dieser Berichtigung auf den Lauf des gesuchten Ortes zeigte, ohne nachzuweisen, wie ich diese Berichtigung auffand, so wird es nützlich seyn, hier einen Abriſs von den Methoden zu geben, welche ich anwende, um diese und ähnliche Aufgaben zu lösen. Wegen des Details muſs ich auf den letzten und die künftigen Bände der *Transactions of the Royal Irish Academie* verweisen.

Angenommen das Licht gehe in einem geknickten Wege $ABCD$ von dem Punkte A zu dem Punkte D durch ein ordentlich oder aufserordentlich brechendes Prisma, erleide eine erste Refraction am Eintrittspunkt B, und eine zweite am Austrittspunkt C. Das Prisma befinde sich im Vacuo und sein brechender Winkel sey klein oder groſs. Die Lage des Endpunktes D sey ausgedrückt durch die drei rechtwinklichen Coordinaten x, y, z, deren Anfangspunkt auf die Kante des Prisma verlegt werde. Die Lage des Ausgangspunkts A sey gegeben durch drei andere rechtwinkliche Coordinaten x', y', z', welche gleichen Anfang, aber nicht nothwendig gleiche Axen mit ersteren haben. Es seyen α, β, γ die Cosinus der Winkel, welche der ausfahrende Strahl CD mit den rechtwinklichen Axen von x, y, z macht, und α', β', γ' die Cosinus der Winkel, welche der ein-

fallende Strahl AB mit den rechtwinklichen Axen von x', y', z' bildet. Endlich sey V die undulatorische Fortpflanzungszeit vom Ausgangspunkt A zum Endpunkt B, gemessen durch den gleichwerthigen Weg im Vacuo, und zwar sey sie betrachtet als eine Function der Coordinaten des Ausgangs- und des Endpunkts, welche vermöge der Lage, die wir den Anfangspunkt der Coordinaten gegeben haben, homogen und von erstem Grade ist. Aus meinen allgemeinen Methoden haben wir dann die folgenden Gleichungen:

$$V = \alpha x + \beta y + \gamma z - \alpha' x' - \beta' y' - \gamma' z' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$0 = x\delta\alpha + y\delta\beta + z\delta\gamma - x'\delta\alpha' - y'\delta\beta' - z'\delta\gamma' \quad . \quad . \quad (2)$$

d. h. V wird bestimmt als eine Function der äufsersten Coordinaten $xyzx'y'z'$, welche ich in meiner Theorie der Strahlensysteme die *charakteristische Function* genannt habe, durch die Bedingung, dafs es in Bezug auf die Gröfsen α, β, γ, α', β', γ' der Gleichung (1) ein Minimum oder Maximum werden soll, wobei zu beachten die beiden allgemeinen Beziehungen:

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \qquad \alpha'^2 + \beta'^2 + \gamma'^2 = 1 \quad . \quad . \quad (3)$$

und die beiden anderen Beziehungen, durch die in jedem besonderen Fall vermöge des prismatischen Zusammenhangs zwischen der Eintritts und Austrittsrichtung die Cosinus $\alpha\ \beta\ \gamma\ \alpha'\ \beta'\ \gamma'$ mit einander verknüpft sind. Wenn die Form der *charakteristischen Function* V bekannt ist, können aus ihr die sechs äufsersten Cosinus der Richtung durch Differentiation auf folgende Weise gefunden werden:

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{\delta V}{\delta x}, \ \beta = \frac{\delta V}{\delta y}, \ \gamma = \frac{\delta V}{\delta z} \\ \alpha' &= -\frac{\delta V}{\delta x'}, \ \beta' = -\frac{\delta V}{\delta y'}, \ \gamma' = -\frac{\delta V}{\delta z'} \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Wenn das Prisma ein gewöhnlich brechendes, ein Glas-Prisma ist, oder falls es ein doppeltbrechendes wäre, seine Kante eine Elasticitätsaxe ist, und wenn man die Kante als Axe der z und z' nimmt und nur die Strah-

len in der auf der Kante senkrechten Ebene betrachtet, so kann man machen:

$$\left.\begin{array}{llll} z=0 & z'=0 & \gamma=0 & \gamma'=0 \\ \alpha=\cos\vartheta & \beta=\sin\vartheta & \alpha'=\cos\vartheta' & \beta'=\sin\vartheta' \end{array}\right\} \quad (5)$$

wo ϑ die Neigung des ausfahrenden Strahls gegen die Axe der x, und ϑ' die Neigung des einfallenden Strahls gegen die Axe der x' ist. Die Undulationszeit V, welche irgend gegebenen Coordinaten x, y, x', y' entspricht, ist dann das Maximum oder Minimum in Bezug auf ϑ des Ausdrucks:

$$V=x\cos\vartheta+y\sin\vartheta-x'\cos\vartheta'-y'\sin\vartheta' \quad \ldots \quad (6)$$

worin ϑ' als Function von ϑ zu betrachten ist, die von dem prismatischen Connex zwischen der ersten und letzten Richtung des Strahles abhängt.

Für ein einfach brechendes, im Vacuo befindliches Prisma, dessen brechender Winkel $=\omega$ und dessen Brechungsverhältnifs $=\mu$ ist, hat man:

$$\sin i=\mu\sin\tfrac{1}{2}\omega,$$

worin i der Winkel der äufseren, dem Minimo der Ablenkung entsprechenden Incidenz ist. Die Beziehung zwischen ϑ und ϑ' ist:

$$\left.\begin{array}{l} \mu^2\sin^2\omega=\sin^2(i+\vartheta)+\sin^2(i-\vartheta') \\ \qquad +2\cos\omega\,.\,\sin(i+\vartheta)\sin(i-\vartheta') \end{array}\right\} \quad \ldots \quad (8)$$

wenn die positive Halbaxe der x ein ausfahrender Strahl im Minimo der Ablenkung und die positive Halbaxe der x' der verlängerte entsprechende einfallende Strahl ist, während die positiven Halbaxen der y und y' an derselben Seite der Axen der x und x' liegen als das Prisma. Die Relation (8) kann unter die approximative Form

$$\vartheta'=\vartheta-\tfrac{1}{4}m\,.\,\vartheta^2 \quad \ldots \quad (9)$$

gebracht werden, wenn die Winkel ϑ, ϑ' klein sind, d. h. wenn wir die Strahlen als nahe im Minimo der Ablenkung befindlich annehmen, und m dieselbe positive Zahl als in meinem letzten Aufsatz bedeutet, nämlich:

$$m=\frac{8\sin(i+\frac{1}{2}\omega)\sin(i-\frac{1}{2}\omega)}{\sin 2i\,.\,\cos^2\frac{1}{2}\omega} \quad \ldots \quad (10)$$

Betrachten wir aufserdem die Ordinaten y, y' als klein, d. h. nehmen wir an, das Licht gehe nahe an der Kante durch das Prisma, und vernachlässigen die Glieder der vierten Potenz in Bezug auf die kleinen Gröfsen y, y', ϑ, so haben wir die Undulationszeit oder die charakteristische Function $V =$ dem Maximo oder Minimo in Bezug auf ϑ des Ausdrucks:

$$V = x - x' + (y-y')\vartheta - \tfrac{1}{2}(x-x'-\tfrac{1}{2}my')\vartheta^2 - \tfrac{1}{4}mx'\vartheta^3 \quad \ldots (11)$$

In dieser Weise finden wir mit demselben Grade von Annäherung:

$$V = x - x' + \tfrac{1}{2}\frac{(y-y')^2}{x-x'} + \tfrac{1}{4}m.\frac{(xy'-x'y)(y-y')^2}{(x-x')^3} \quad \ldots (12)$$

ein Resultat, welches so ausgedrückt werden kann:

$$V = \frac{m}{2}y' + \sqrt{[(x-x'-\tfrac{1}{2}my')^2 + (y-y')^2]} - \frac{mx'}{4}\left(\frac{y-y'}{x-x'}\right)^3 \quad \ldots (13)$$

Vernachlässigen wir das letzte Glied dieses Ausdrucks, so giebt er, mittelst (4) und (5), die folgende Formel für die Tangente der Neigung des ausfahrenden Strahls:

$$tang\,\vartheta = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{y-y'}{x-x'-\tfrac{1}{2}my'} \quad \ldots\ldots (14)$$

und würde daher sagen, dafs alle Strahlen, welche vor der Incidenz von einem leuchtenden Punkt oder primären Bilde $x'y'$ divergirten, nach der Emergenz von einem prismatischen Focus oder secundären Bilde, dessen Coordinaten

$$x = x' + \tfrac{1}{2}my' \qquad y = y' \quad \ldots\ldots (15)$$

sind, divergiren. Man kann daher das letzte Glied

$$-\frac{mx'}{4}\left(\frac{y-y'}{x-x'}\right)^3$$

des Ausdrucks (13) für die Undulationszeit V als ein Aberrationsglied betrachten, erzeugt und bestimmt durch die Aberration (der Gestalt, nicht der Farbe) des Prisma's. Indem Hr. Potter die Aberration der Gestalt vernachlässigte, nahm er diefs Glied nicht in dem Ausdruck für die Undulationszeit gewahr, und ward dadurch

in Bezug auf den Ort der Punkte gleichzeitiger Ankunft zweier beinahe homogener Strahlen zu den Resultaten geführt, welche ich in meinem letzten Aufsatz zu berichtigen suchte. Beim Vergleiche meiner gegenwärtigen Bezeichnung mit meiner früheren hat man $x' = -l$ und $y' = \pm a$ zu machen; auch ist zu bemerken, dafs der gegenwärtige Anfangspunkt auf die Kante des Prisma's verlegt ist.

Es schien mir nützlich, diesen gegenwärtigen Umrifs als eine Probe der in meinem früheren Aufsatz aufgestellten Resultate zu geben, weil die Methoden, welche ich zur Lösung optischer Probleme eingeführt habe, sehr von den herkömmlichen abweichen, und weil es vielleicht schwierig seyn würde, den Einflufs der prismatischen Aberration der Gestalt auf die undulatorische Fortpflanzungszeit von homogenem Licht durch die üblichen Methoden zu erforschen.

IX. *Erwiederung auf Hrn. Potter's Antwort; von W. R. Hamilton.*

(*Phil. Magaz. Ser. III Vol. II p.* 371.)

Aus Hrn. Potter's Antwort (S. 319) lerne ich nachträglich einige Thatsachen in Betreff seines Versuchs über prismatische Interferenz kennen, welche er nicht in seinem ersten Bericht von jenem Versuche angegeben zu haben scheint. In seinem ersten Versuch schien Herr Potter als Haupteinwand gegen die Undulationstheorie die *beobachtete Richtung* einer gewissen Ablenkung zu betrachten, welcher er seine *berechnete Abnahme* der Ordinate einer gewissen hyperbolischen Curve entgegenstellte. Ich zeigte, dafs *diese* beobachtete Thatsache, die Ablenkung in der beobachteten Richtung (nach der Ba-

sis des Prisma's hin) durch die prismatische Aberration der Gestalt, welche die abnehmende hyperbolische Ordinate in eine *zunehmende Ordinate* einer gewissen andern Curve verwandelt, erklärt werden könnte. Ich wurde jedoch gewahr, dafs diese prismatische Aberration, wiewohl sie eine Ursache zu der beobachteten *Richtung* ist, doch nicht stark genug seyn möchte, das Ganze oder nur selbst den gröfsten Theil der beobachteten Erscheinung zu erklären, und dafs, ob die Aberration (nach der Undulationstheorie) eine *hinlängliche* sowohl als *wirkliche* Ursache derselben sey oder nicht, durch den Vergleich der nach meiner Formel berechneten mit der *beobachteten* Gröfse der Ablenkung, über die Hr. Potter weder eine Messung noch selbst eine Schätzung gegeben hatte, entschieden werden müfste. Ich schätze mich glücklich, Hrn. Potter zur Mittheilung einiger nachträglichen Angaben veranlafst zu haben, und gebe gern zu, dafs zufolge dieser neuen Angaben noch nach der Berücksichtigung meiner Berichtigung, ein grofser Theil des Phänomens zu erklären übrig bleibt.

X. *Ergebnifs der Wiederholung von Hrn. Potter's Versuch mit dem in die Bahn von interferirendem Licht gestellten Prisma;*

von G. B. Airy.

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 451.)

Kürzlich habe ich Gelegenheit gehabt, Hrn. Potter's Versuch mit dem in die Bahn von interferirendem Licht gestellten Prisma zu wiederholen, und bin dadurch im Stande, es auf's Bestimmteste als eine Thatsache auszusprechen, dafs das allmälige Verschieben und endliche Verschwinden des Centrums der Fransen genau in der

Weise vorgeht, welche ich als eine Folge der Undulationstheorie nachgewiesen habe *). Entfernt man sich nämlich vom Prisma, so bleiben die *Fransen* unverrückt; allein ihr Charakter ändert sich in solcher Weise, dafs das *Centrum der Fransen* stufenweise und schnell von dem Centrum der Lichtmischung nach deren Rändern hingeht.

Der Apparat, welchen ich gebrauchte, bestand aus einem, in seinem Brennpunkt mit einem Faden versehenen Ocularstück, gehalten von einem Träger, der verschiebbar war auf einem Stabe, welcher der Bahn des Lichts, nach der Refraction im Prisma, parallel gelegt worden. Durch gehörige Einstellung dieses Stabes konnte ich den Faden unverwandt auf eine der Fransen richten, und dabei doch das Ocularstück von der Berührung mit dem Prisma an bis zum gröfsten Abstande entfernen, so weit als noch Fransen sichtbar waren. Auf diese Weise habe ich eine Franse unter dem Faden erhalten, mit der Gewifsheit, dafs sie, ungeachtet sie ihre Farbe wechselte, sich nicht um die halbe Breite einer Franse verschob. Das Centrum der Fransen dagegen wanderte allmälig durch das Gesichtsfeld, wiewohl dasselbe zwölf Doppel-Fransen umfafste.

Ich habe den Versuch mit Licht von verschiedenem Grade der Heterogenität angestellt, und in allen Fällen war, so weit ich es beurtheilen konnte, die Verschiebung des Centrums der Fransen dieselbe bei gleichem Abstande, wie es sich auch aus der Theorie ergiebt. Es ist nothwendig zu bemerken, dafs, wenn das Licht nahe homogen ist, so viel Fransen sichtbar sind, dafs es schwer hält, das Centrum der Fransen genau zu bestimmen. Zur Färbung des Lichts dienten ein grünes und fünf verschiedene rothe Gläser, von denen eins fast homogenes Licht durchliefs.

*) S. 304 u. ff. dieses Hefts.

XI. *Bemerkungen gegen Sir Brewster's Aufsatz: Ueber die Absorption gewisser Lichtstrahlen mit Bezug auf die Undulationstheorie;*

von G. B. Airy *).

(Ein Brief an Sir Brewster. — *Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 419.)

Indem ich Ihren Aufsatz im letzten Hefte des *Philosophical Magazines* **) commentire, fühle ich wohl, dafs ich ein gehässiges Geschäfft übernehme. Zwar besorge ich nicht, dafs Sie meine Beweggründe oder Absichten mifsdeuten werden; allein Andern kann es anmafsend erscheinen, dafs ich die Bemerkungen eines Mannes tadele, welchen ich als den Urheber meist aller unserer Erfahrungskenntnisse in den wichtigsten Theilen der Optik verehre. Doch die Wissenschaft ist ein öffentliches Eigenthum. Alle haben ein Recht, und Einige wohl die Verpflichtung, auszusprechen, was sie für irrthümlich halten; und diese Pflicht wird wenigstens nicht geschwächt, wenn der Irrthum durch eine Person von wissenschaftlichem Ansehen vertheidigt wird.

Ich beginne mit Ihren Bemerkungen über den Prüfstein einer Theorie. Sie sagen: »Die Fähigkeit einer Theorie, Thatsachen zu erklären und vorherzusagen, ist keineswegs ein Zeugnifs ihrer Wahrheit, und zur Stütze dieser Bemerkung brauche ich mich nur auf Newton's Theorie der Anwandlungen, und auf Biot's schöne und

*) Allen, welche in ihrem Urtheile über die beiden im Streite liegenden Lichttheorien noch schwankend seyn sollten, empfehlen wir angelegentlich die Lesung dieses lehrreichen Aufsatzes. *P.*

**) Mitgetheilt im vorhergehenden Bande dieser Annal. S. 380.

scheinige Theorie der Oscillation der Lichtstrahlen zu berufen. Wahrlich, ich muss diesen Satz missverstanden haben. Dass Theorien, welche wesentlich und vom Grunde aus verschieden sind, zur Erklärung so mannigfaltiger Erscheinungen als die der Optik sind, gleich gut gebraucht werden können, ist meiner Meinung nach ganz unmöglich. Welch Zeugniss anders giebt es denn für die Wahrheit einer Theorie, als die Fähigkeit, welche sie uns verleiht, bekannte Erscheinungen zu berechnen und neue vorherzusagen? Dieser Grundsatz wird von allen Physikern anerkannt, wird bei jeder Untersuchung in jedem andern Zweig der Wissenschaft stillschweigends vorausgesetzt. Macht denn die Optik eine Ausnahme? Oder habe ich ihren Ausspruch so zu verstehen, dass Newton's und Biot's Moleculartheorie eine eben so gute Erklärung von den Erscheinungen der verschiedenen Klassen liefern als die Undulationstheorie. Ist diess Ihre Meinung: so fällt das *Onus probandi* auf Sie zurück. Ausgemacht ist es, dass Beobachtungen nach der Undulationstheorie berechnet, und mit dieser Berechnung übereinstimmend gefunden worden sind, welche man nicht nach einer andern Theorie hat berechnen können; und eben so steht fest, dass Erscheinungen aus der Undulationstheorie vorhergesagt, und mit dieser Prophezeihung genau im Einklang gefunden worden sind, welche noch nicht nach einer anderen Theorie vorausgesehen wurden *). Wollen Sie, dass der obige Satz buchstäblich genommen werden soll, so sind Sie verpflichtet, mindestens einige

*) Ein einfaches Beispiel von Berechnung liefern die polarisirten Ringe im Kalkspath bei verschiedenen Lagen der Zerlegungsplatte (Annal. Bd. XXIII S. 215); und ein einfaches Beispiel von Vorhersagung: die Veränderung des Charakters der Newton'schen Ringe bei einem gewissen Einfallswinkel, wenn die untere Platte von Metall und das Licht polarisirt genommen wird (Annalen, Bd. XXVI S. 123). Vielleicht die merkwürdigste Vorhersagung die je gemacht worden, ist die neuerlich vom Prof. Hamilton ausgesprochene (Annal. Bd. XXVIII S. 91).

Proben von der Berechnung nach anderen Theorien beizubringen.

Nichts scheint mir nachtheiliger für die Fortschritte der Wissenschaft, zu seyn als unbegründete Aussprüche solcher Art wie ich eben erwähnte. Ich will diesen Fehler zu vermeiden suchen, und deshalb einige Beispiele angeben, wo die beiden von Ihnen erwähnten Theorien fehlschlagen.

Newton's Theorie von abwechselnden Zuständen einer leichten Reflexion und leichten Transmission erklärt *nicht* die Kohlenschwärze des Flecks im Mittelpunkt der Newton'schen Ringe. Sie erklärt *nicht* die Vergröfserung der Ringe bei Vergröfserung des Einfallswinkels, aufser mit Hülfe eines anderen Satzes (der Verlängerung der Anwandlungen), welcher durch jeden Versuch mit einem schief durch Glas gegangenen Lichte widerlegt wird. Sie erklärt *nicht* annehmlich die Fransen Grimaldi's, und bei den Fransen, die durch schmale Oeffnungen erzeugt werden, *schlägt sie ganz fehl. Nicht im Mindesten* erklärt sie die Fransen u. s. w. in dem Schatten verschieden geformter Körper. Sie erklärt *nicht* die Interferenzfransen, welche durch zwei Spiegel hervorgebracht werden *). Sie erklärt *nicht* die Spectra, welche man durch Fraunhofer's Gitter in Fernröhren erblickt.

*) An einer Stelle, doch ich erinnere mich jetzt nicht wo, habe ich eine Hypothese zur Erklärung der Lichtinterferenz nach der Emissionstheorie gelesen. Ich beneide die Einbildungskraft eines Jeden, der sich solch eine Idee bilden kann; und vermöchte er seine Hypothese so auszudehnen, dafs sie das (eben, circular und elliptisch) polarisirte Licht einschlösse, würde ich seine Erfindungskraft aufrichtig verehren. Wollte er sie aber im Ernste auf die Erklärung von Erscheinungen anwenden, welche eine nothwendige Folge der einfachen Grundvoraussetzungen der Undulationstheorie sind, so würde ich nur eine geringe Meinung von seiner Urtheilskraft als Physiker haben. Der, welcher um 2 von 3 zu subtrahiren, auf die Vollendung von Hrn. Babbage's Rechenmaschine warten wollte, würde in meinen Augen nicht abgeschmackter handeln.

Biot's Theorie von der beweglichen Polarisation erklärt *nicht* die gewöhnlichen polarisirten Ringe des Kalkspaths bei verschiedenen Lagen der Zerlegungsplatte. Sie erklärt *nicht* die Ringe, welche der Kalkspath im circular polarisirten Lichte zeigt. Sie ist auch *unfähig* die Natur des circular und elliptisch polarisirten Lichtes auszudrücken. Sie erklärt *nicht* die Erscheinungen des Quarzes. Sie erklärt *nicht* die Ringe der zweiaxigen Krystalle im linear oder circular polarisirten Lichte bei verschiedenen Lagen der Zerlegungsplatte.

Alle diese Erscheinungen sind nach der Undulationstheorie berechnet, und die Berechnungen stimmen vollkommen mit der Erfahrung. Ueberdiefs sind diese Berechnungen sämmtlich gedruckt zu haben. Es giebt noch andere Erscheinungen, welche von den erwähnten Theorien erklärt werden müssen, wenn diese irgend einen Werth haben sollen. Sie sind daher, wie mir scheint, ein würdiger Gegenstand der Untersuchung für Jeden, welcher über die Wahl der Theorie entscheiden will.

Auf Ihre Aeufserung: »Zwanzig Theorien können sich vielleicht in der That sämmtlich des Verdienstes erfreuen, eine gewisse Klasse von Erscheinungen zu erklären u. s. w.« noch ferner etwas zu bemerken, halte ich für unnöthig, weil ich vorhin meine Meinung deutlich genug ausgesprochen habe. In welchem Grade auch zwanzig Theorien dieses Verdienst in denkbaren Fällen besitzen mögen, so giebt es doch in der Optik nicht zwei, die sich desselben erfreuen. Die Vertheidiger der Undulationstheorie sind es nicht darum, weil diese Theorie Erscheinungen so gut wie eine andere Theorie erklärt, sondern aus dem Grunde, weil sie Erscheinungen erklärt, welche jede andere Theorie nicht erklären kann.

Auf die Autorität von Newton (Autorität will am allerwenigsten bedeuten, wenn, wie hier, die Anzahl und die Mannigfaltigkeit der Thatsachen, so wie die Kräfte des Calculs so unermefslich angewachsen sind) lege ich

aus folgendem Grunde gar keinen Werth. Meiner Meinung nach hat Thomas Young vollständig entschieden (*Phil. Transact.* 1802), dafs Newton selbst an die Undulationstheorie glaubte. In seiner Optik dringt er auf's Vorsichtigste in den Leser, keine physikalische Vorstellung mit der Theorie der Anwandlungen zu verknüpfen. Auch fehlt es nicht an Gründen, warum er die Moleculartheorie *für die Rechnung annahm.* Zu Newton's Zeiten war es nämlich unmöglich irgend eine ausgedehnte Rechnung im Sinne der Undulationstheorie anzustellen; denn selbst das Princip der Coëxistenz kleiner Vibrationen, welches in jedem Theil einer solchen Berechnung vorkommt, war damals unbekannt. Mit den Methoden für die Berechnung im Sinne der Moleculartheorie war er dagegen vollkommen vertraut.

Sie sagen, und mit Recht, die Undulationstheorie sey als *physikalische* Repräsentation der Lichtphänomene mangelhaft. Ich bin der Meinung, dafs in dieser Beziehung eine jede Theorie mangelhaft seyn müsse. Allein ist denn die Undulationstheorie mehr oder weniger mangelhaft als die Moleculartheorie? Als Beitrag zur Beantwortung dieser Frage will ich auf ein Paar Thatsachen hinweisen. Die Undulationstheorie giebt eine genügende Erklärung von der Reflexion an durchsichtigen Körpern; was die Newton'sche Theorie kaum gezwungen im Stande ist. Mit gewissen Voraussetzungen giebt sie (die Undulationstheorie) Gesetze für die Intensität des reflectirten Lichts, welche durch Ihre späteren Versuche über die Lage der Polarisationsebene bestätigt worden sind. Keiner hat je eingesehen, wie eine solche Berechnung nach der Moleculartheorie nur angelegt werden könnte. Sie erklärt die (von Ihnen entdeckte) Beziehung zwischen dem Polarisationswinkel und dem Brechungsverhältnifs; eine nach der Moleculartheorie vollkommen unbegreifliche Erklärung. Mit geringerer Sicherheit erklärt sie die elliptische Polarisation bei totaler in-

nerer Reflexion, und gar nicht erklärt sie die elliptische Polarisation durch Reflexion an Metallen, allein die Moleculartheorie ist selbst unfähig nur einen Begriff von diesen Lichtarten zu geben. Endlich erklärt sie vollkommen den Zusammenhang zwischen Doppelbrechung und Polarisation; eine Erklärung, welche jeder Physiker bei näherer Prüfung als den gröfsten Fortschritt der Optik seit den Tagen Newton's begrüfst haben wird, und für welche man nur nutzlos versuchen könnte eine Emissionshypothese aufzustellen.

Die Dispersion ist freilich ein furchtbarer Einwand; wiewohl schon gezeigt worden ist, dafs die Erklärung gegeben werden kann, wenn man analoge Ursachen, wie sie in anderen Fällen wirken, einführen will. *Ist denn aber die Dispersion nicht auch ein furchtbarer Einwand gegen die Moleculartheorie?* Ich bekenne, dafs ich keine deutliche Vorstellung habe von der Voraussetzung, welche gemacht werden mufs, wenn man die Dispersion nach Newton's System erklären will. Man hat sich dabei zu erinnern, dafs die Ursache den Zusammenhang zwischen dem Brechungsverhältnifs und der Länge der Wellen oder Anwandlungen zu erklären hat; da es gegenwärtig feststeht, dafs die kleinste Aenderung in letzterer jedesmal von einer Aenderung im ersteren begleitet wird.

Ich komme nun zu dem ostensiblen Gegenstand des Aufsatzes — zur Absorption. — Ich gestehe, so vollkommen als irgend ein Gegner der Undulationstheorie es wünschen mag, dafs diese Theorie keine Erklärung der Absorption gegeben hat, behaupte aber eben so fest, dafs auch keine Erklärung von der Emissionstheorie geliefert worden ist, noch wahrscheinlich je geliefert werden wird. Sind wir hier berufen, zwischen den beiden Theorien zu entscheiden, so scheint mir die Absorption ohne Bedeutung. Sollen wir aber entscheiden, ob es überhaupt eine Theorie des Lichtes gebe, so hängt die Lösung der Aufgabe von unserer Beantwortung der

Frage

Frage ab, ob die Absorption nothwendig in einer Lichttheorie berücksichtigt werden müsse.

Ich glaube nicht, dafs die Absorption als ein nothwendiger Theil der Theorie zu betrachten sey. Sie ist eine Art von äufserer Störung, welche entweder die gewöhnlichen Gesetze in voller Kraft läfst, oder nicht diese Gesetze, sondern das ihnen Unterworfene vollständig zerstört. Reflexion, Refraction, Interferenz, Doppelbrechung und Polarisation gehen neben der Absorption gerade so vor sich, wie wenn diese gar nicht in der Natur vorhanden wäre. Die Voraussetzung von Wellen durch Querschwingungen, der Satz von der Uebereinanderlage kleiner Schwingungen, die Annahme einer ungleichen Geschwindigkeit in verschiedenen Mitteln, sind nothwendig bei jeder Untersuchung. Die Voraussetzung (wie sie auch sey), dafs man die Absorption zu erklären habe, ist nur hie und da nothwendig. In der grofsen Mehrheit von Fällen erfordern die ersteren Voraussetzungen nicht die letztere; die letztere, wenn sie nöthig ist, mufs mit den ersteren combinirt werden. Diese Betrachtungen scheinen klar darauf hinzudeuten, dafs die Absorption eine *supplementare* Theorie verlangt, und unsere einzige Sorge bei optischen Theorien mufs gegenwärtig dahin gehen, dafs dieselben ein Supplement für künftige Zeiten zulässig machen. So weit ich zu urtheilen vermag, scheint die Undulations- wie die Emissionstheorie ein solches Supplement zu gestatten, und die eine nicht leichter als die andere.

Ein merkwürdiger Fall derselben Art hat sich bereits in der Geschichte der Optik ereignet. Als Fresnel's Theorie und Messung der Diffraction schon der Undulationslehre einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit verliehen hatte, blieben noch die Gesetze der Polarisation und der Zusammenhang zwischen Polarisation und Doppelbrechung zu erklären übrig. Defsungeachtet wurde die Undulationstheorie allgemein angenommen, und die Aus-

mittlung der Vibrationsart verblieb der Betrachtung, durch welche die noch übrigen Phänomene am besten erklärt werden würden. Der Erfolg, mit welchem diefs späterhin durch die Annahme von transversalen Vibrationen geschehen ist, übertrifft Alles was in der Physik, seit Aufstellung der Gravitationstheorie geleistet worden ist. Hätte Fresnel gehandelt, wie Sie (anscheinend) wünschen, dafs wir handeln sollen, so würde die Undulationstheorie noch nicht vorhanden seyn.

Jeder Zweig der physikalischen Wissenschaft bietet ähnliche Beispiele dar. Hätte Newton z. B. zur Zeit als er mit der Erforschung der gegenseitigen Anziehung der Himmelskörper beschäfftigt war, darauf bestanden, in seine allgemeine Theorie die Wirkungen von dem, was wir jetzt Magnetismus und Capillar-Anziehung nennen, einschliefsen zu wollen, so würde die Gravitationstheorie niemals zu Stande gekommen seyn. Dadurch aber, dafs er diese Gegenstände künftigen Forschern überliefs, und nur die wichtigere Klasse von Erscheinungen auf ihr Gesetz zurückzuführen suchte, ward er vermögend die vollkommenste kosmische Theorie, die je erschien, hervorzubringen. Viele Jahre verflossen ehe diese supplementaren Gesetze auf eine einfache Form zurückgeführt wurden; allein durch den Beifall der Welt wurde die Gravitationstheorie, wie unvollkommen sie auch noch als Attractionstheorie war, wie oft sie auch durch die von Newton unerklärt gelassenen Kräfte völlig in Schatten gestellt wurde, als das wahre System angenommen. Dafs die vorhandene Undulationstheorie in derselben Beziehung zu der vollständigen Theorie des Lichtes stehe, wie die Gravitation der Himmelskörper zur vollständigen Attractionstheorie, bezweifle ich nicht im Geringsten.

Was die Wichtigkeit der *Menge* von Unterbrechungen in dem durch salpetrigsaures Gas erzeugten Spectrum, als Schwierigkeit angesehen, betrifft, so stimme ich nicht ganz mit Ihnen überein. Kann man erst eine einzige

Unterbrechung nach irgend einer Theorie annehmlich erklären, so wird man auch, zweifle ich gar nicht, bald gute Gründe zur Erklärung von tausend Unterbrechungen auffinden. Und in Betreff der Beachtung, welche diese Unterbrechungen für die Gestaltung einer optischen Theorie verdiene, bin ich auch nicht ganz ihrer Meinung. Jene Erscheinungen sind noch nicht unter Gesetze gebracht: sie stehen als ein bloſser Haufe von Thatsachen da, und Keiner kann uns sagen, was sie anzudeuten scheinen. Doch verdient es alle Sorgfalt, sie unter Regeln zu bringen; und die anscheinende Gleichförmigkeit der Linien im salpetrigsauren Gase, wenigstens im Vergleich mit den Sonnenlinien oder den Unterbrechungen in verschiedenen Glassorten, macht es wahrscheinlich, daſs diese schöne und wichtige Entdekkung (abgesehen von ihrer praktischen Wichtigkeit) uns unterstützen wird, die Gesetze in dem dunkelsten und schwierigsten Theil der Optik zu entdecken. Die Theorie der Absorption in Krystallen wird dann, wie ich glaube, nicht lange ohne Erklärung bleiben können.

XII. *Beobachtungen über die Wirkung des Lichts auf die Netzhaut, nebst einer Untersuchung der von Hrn. Smith beschriebenen Versuche;*

von Sir David Brewster.

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 168.)

Indem ich die Physiker auf diese sonderbare und wichtige Klasse von Erscheinungen aufmerksam mache, setze ich voraus, daſs dieselben meine Bemerkungen *) über Herrn Smith's Versuch gelesen haben, so wie auch

*) Annal. Bd. XXVII S. 490.

den scharfsinnigen Aufsatz, welchen Letzterer seitdem bekannt gemacht, aber vor dem Erscheinen meiner Bemerkungen niedergeschrieben hat *).

Hr. Smith hat das Verfahren bei seinem Versuch so ausführlich und die allgemeinen Erscheinungen des-

*) *Phil. Mag. Ser. III Vol. I p.* 249 und 343. — Da uns eine ausführliche Mittheilung der Versuche des Hrn. Smith nicht wesentlich für das Verständniſs des gegenwärtigen Aufsatzes zu seyn scheint, so begnügen wir uns nur Einiges aus denselben hervorzuheben. Wie Hr. *S.* sich bei seinen Versuchen benahm, ersieht man aus Fig. 14 Taf. V des vorigen Bandes. *R* und *L* stellen das rechte und linke Auge vor; *P* ist ein entfernter Punkt, auf welchen beide gerichtet sind. *S* ist ein schmaler Streif von weiſsem Papier, senkrecht aufgestellt zwischen *P* und den Augen, 10 bis 12 Z. von letzteren entfernt. *F* ist die Flamme einer Lampe oder einer Kerze, dicht neben dem rechten Auge stehend, und zwar so, daſs ihre Strahlen ungehindert in dasselbe eintreten können, während das linke Auge durch einen Schirm *EG* vor ihnen geschützt ist. *F'* ist eine ähnliche Flamme dicht beim linken Auge. Nach optischen Grundsätzen liegt das Bild auf der Netzhaut da, wo gerade Linien, gezogen vom Gegenstande durch den optischen Mittelpunkt der Augen *c* und *c'*, die Netzhaut treffen. Demnach ist *ef* der Ort des Bildes von *F* im rechten Auge; *e'f'* der Ort des Bildes von *F'* im linken; *mn* und *m'n'* sind die Orte der Bilder von *S*; und *o'* und *o* sind die Orte wo das Licht von *F* und *F'* respective das linke und rechte Auge treffen würde, wenn es nicht durch den Schirm *EG* abgehalten wäre. Es ist ein Sehgesetz, daſs Gegenstände erblickt werden in Richtung der geraden Linien, gezogen von ihrem Bilde auf der Netzhaut durch einen gewissen Punkt, welcher Mittelpunkt der Sehrichtung genannt wird. Angenommen *c* und *c'* seyen diese Punkte, so wird der Papierstreif *S* in dem rechten Auge irgendwo zwischen den Linien *mc*, *nc* wahrgenommen werden und in dem linken Auge irgendwo zwischen den Linien *m'c'*, *n'c'*. Wenn *S* entfernt von dem Punkte erscheint, worin die Axen der Augen einander treffen, so werden die zwei Bilder *S'* und *S''* gesehen, wenn die Augen auf *P* gerichtet sind; die beiden Bilder greifen über einander, wenn die Axen sich in *P'* begegnen, und sie flieſsen in eins zusammen, wenn die Axen auf *P* gerichtet sind. — Mit dieser Vorrichtung stellte Hr. *S.* nun folgende Versuche an.

selben so deutlich angegeben, dafs ich nur Folgendes herauszuheben brauche. Wenn man eine Lichtflamme dem rechten Auge nahe hält, so dafs sie mit diesem, aber nicht mit dem linken Auge gesehen wird, und wenn man nun beide Augen auf einen Streifen weifsen Papiers richtet,

1) Er richtete die Augenaxen auf P, damit er den Papierstreif S doppelt sah, und stellte zwischen dem linken Auge L und der Flamme F' den Schirm CD auf, damit nur das rechte Auge R dem Lichte von F ausgesetzt war. Sogleich veränderte der Papierstreif S seine Farbe, Das Bild S': welches mit dem gereizten Auge R gesehen wurde, erschien *grün*, das Bild S'', welches das geschützte Auge L sah, dagegen *roth*. Zog er den Schirm CD fort und stellte den Schirm AB vor F auf, so erblickte das Auge R das Bild S' *roth*, und das Auge L das Bild S'' *grün*. Dasselbe geschah, wenn eins der Augen dem directen oder reflectirten Sonnenlicht ausgesetzt wurde.

2) Dem ersten Versuch ähnlich, nur darin verschieden, dafs die Augen auf den Streif S gerichtet wurden, damit die Bilder in die Axen a und a' fielen. Der Erfolg war derselbe.

3) Beide Augen auf P gerichtet und beide entweder den Flammen F und F' ausgesetzt oder durch die Schirme AB und CD vor ihnen geschützt. In beiden Fällen erschienen *beide* Bilder S' und S'' *weifs*, nur im ersten heller.

4) Das Bild S' des Streifens S im rechten Auge R vom Bilde der Flamme ef bis zum Punkt o auf der Netzhaut herumgeführt, gab keine Veränderung in der grünen Farbe jenes Bildes.

5) Statt des weifsen Papierstreifs ein *grüner* genommen so grün als der weifse dem gereizten Auge in Versuch 1 erschien Dann war das Bild S', welches mit dem gereizten Auge R gesehen wurde, *dunkelgrün*, das andere Bild S'' *hellweifslich*. In der Annahme, dafs die grüne Farbe des Papiers aus weifsem und grünem Lichte bestehe, könnte, meint Hr. S., das *weifsliche* Bild, welches das geschützte Auge sah, entweder aus einer Unempfindlichkeit dieses Auges für die grüne Farbe oder aus einer erhöhten Empfindlichkeit für deren complementare *rothe* Farbe entspringen, nur würde das Weifs im ersten Fall schwächer seyn als im letzteren,

6) Um hierüber zu entscheiden legte er jenen grünen Papierstreif auf schwarzen Grund in die Verlängerung eines eben so breiten weifsen, betrachtete beide durch ein Prisma, dessen Kanten den beiden Streifen parallel gehalten wurde, und strich

in solcher Stellung, dafs man ihn doppelt sieht, so erscheint das Papier dem rechten oder gereizten Auge *grün*, und dem linken oder gegen die Lichtflamme geschützten Auge *röthlich*.

Aus einer Reihe sinnreicher Beobachtungen schliefst Hr. Smith, dafs das auf das rechte Auge fallende Licht wirklich Einflufs habe auf das Sehen mit dem linken Auge, vermöge einer Wirkung des Gehirns; dafs die *grüne* und die *rothe* Farbe complementar zu einander seyen; dafs die *grüne* Farbe von einer verminderten Empfindlichkeit des *rechten* Auges für *rothes* Licht, und die *rothe* Farbe von einer gleich erhöhten Empfindlichkeit des *linken* Auges für *grünes* Licht herrühre. Aus diesen Resultaten leitet er das Daseyn zweier »bisher unbekannter Functionen« ab, welche in dem Gehirn durch »Undeutlichkeit des Sehens« erregt werden, und dahin wirken »die erregende Ursache mehr oder weniger zu entfernen, und deutliches Sehen hervorzubringen.« — »Ich unterlasse es,« sagt Hr. Smith, »über die sonderbare Natur der hier

den weifsen Streifen, dessen rother Rand breiter als der des grünen Streifen war, so lange mit Tusche an, bis die rothen Ränder beider Streifen gleich waren, um so einen Maafsstab der Weifse zu haben, welche der grüne Streif im Versuch 5 gezeigt haben müfste, falls das geschützte Auge unempfindlich für das vorwaltende grüne Licht gewesen wäre, Der so betuschte Streifen war aber viel heller als das weifsliche Bild *S''* in Versuch 5, und daraus schliefst Hr. S., das geschützte Auge sey nicht unempfindlich für das *Grün*, sondern im höheren Grade empfindlich für das *Roth*.

Versuch 7 wurde mit *rothem Saffianleder* angestellt, welches nach Hrn. S. in mäfsiger Beleuchtung kein Grün reflectirt. Wäre die Empfindlichkeit des gereizten Auges für das Roth vernichtet, so, argumentirt Hr. S., müfste das Leder diesem Auge schwarz erscheinen, wäre dagegen die Empfindlichkeit für das Grün erhöht, so müfste es hellweifs von demselben gesehen werden. Im Versuch erschien das Leder schwarz.

Versuch 8 und 9 sind aus Brewster's Bemerkungen hinlänglich verständlich. *P.*

entdeckten *Cerebralfunctionen* oder über die vielleicht noch sonderbarere Natur der sie *erregenden Ursachen* irgend eine Bemerkung zu machen, indem ich es in einem Falle, der so ganz neue Principien einzuschliefsen scheint, für das Beste halte, die Beobachtungen competenter Naturforscher abzuwarten, welchen es überlassen bleiben mag, die von mir erhaltenen Resultate durch eine unpartheiische Prüfung entweder zu bestätigen oder zu widerlegen.«

Da ich bereits Gelegenheit hatte, dieser Klasse von Erscheinungen einige Aufmerksamkeit zu schenken, und ich dabei, in dem zuvor erwähnten Aufsatz, zu einem entgegengesetzten Schlusse wie Hr. Smith gelangte, so fühlte ich mich verpflichtet, die Prüfung, zu welcher Hr. Smith auffordert, zu unternehmen, und ich hoffe, ich werde diefs mit der der Wahrheit gebührenden Unpartheilichkeit gethan haben.

Bei Anstellung des Hauptversuchs mit der Lichtflamme finde ich, dafs die von dem gereizten Auge gesehene Farbe des Papiers mit dem Abstande des Bildes von dem erregten Theil der Netzhaut variirt. Ist das Bild des Papiers am weitesten entfernt von dem leuchtenden oder erregenden Bilde, so ist die Farbe *gelblich*, und so wie das Bild dem Punkt des Erregungsmaximums näher kommt, wird sie *grünlichgelb*, *grün*, *blau*, *schmutzig purpurroth*, und endlich verschwindet sie.

Die Ursache dieser Veränderungen ist einleuchtend. Der von der erregenden Ursache entfernteste und deshalb am schwächsten erregte Theil der Netzhaut wird unempfindlich für die *rothen* Strahlen; näher dem Punkte der Erregung wird er auch unempfindlich für die *orangefärbenen*, noch näher gar für die *gelben*, *grünen* u. s. w. bis er endlich jenem Punkte so nahe kommt, dafs er für alles und jedes Licht unempfindlich ist. Daher sehen wir das Papier erst *gelblich* oder in einer Mischung aller Strahlen, mit Ausnahme der *rothen*, dann *grünlichgelb* oder in einer Mischung aller Strahlen, mit Ausnahme der *ro-*

then und *orangefarbenen*, hierauf *grün* und so fort mit allen anderen Farben.

Betrachten wir jetzt das *rothe* Bild des unerregten Auges. Während das andere Bild aus dem *Gelben* in's *dunkel Purpurrothe* übergeht, verändert dieſs *rothe* Bild seine Farbe nicht, was es doch thun müſste, wenn die Farben complementar wären. Eben so wenig verändert das *Roth* seine Intensität, was doch der Fall seyn müſste, wenn die Empfindlichkeit des einen Auges für das rothe Licht in demselben Verhältnisse erhöht als die Empfindlichkeit des anderen Auges für dasselbe Licht geschwächt würde.

Doch selbst die *rothe* Farbe, welche das unerregte Auge sieht, ist sehr unbestimmt. Schlieſst man, während man sie am hellsten sieht, plötzlich das *erregte* Auge, so wird ihre *Röthe* augenblicklich viel weniger entschieden, und schlieſst man in gleicher Weise das *unerregte* Auge, so wird das *Grün* des andern Bildes viel weniger lebhaft. Die Schwächung der Farbe im ersten Falle entspringt nicht daraus, daſs das Auge für das erregende Licht verschlossen ist, denn sie geschieht nicht mit solcher Plötzlichkeit; und im zweiten Fall wirkt noch das erregende Licht. Die wahre Ursache der Farbenschwächung in beiden Fällen ist der Mangel am Contrast, in Folge dessen (des Contrastes) das *grüne* Bild in Gegenwart eines *rothen grüner*, und das *rothe* Bild in Gegenwart eines *grünen röther* wird.

In dem bereits genannten Aufsatz (Annal. Bd. XXVII S. 495) habe ich gezeigt, daſs in einer Lichtflamme das *rothe* Licht vorwaltet; ich habe auch gefunden, daſs in dem Spectrum einer Lichtflamme die blauen Strahlen eine viel geringere, und die rothen Strahlen eine viel gröſsere Intensität besitzen als im Sonnenspectrum. Die Annahme, daſs die *rothe* Farbe durch den Contrast mit dem *grünen* Bilde erhöht werde, liefert also eine viel einfachere

Erklärung von der scheinbaren Affection des linken Auges als die Hinzuziehung einer Function des Gehirns.

Hr. Smith bemerkt *), »dafs dieselben Erscheinungen eintreten, und selbst noch lebhafter, wenn eins der Augen den Sonnenstrahlen, directen oder reflectirten, ausgesetzt wird.« Nach meinen Beobachtungen werden jedoch die Erscheinungen in diesem letzten Falle ganz verändert. Das *grüne* Bild wird *hellblau*, und das *röthliche* fast *farblos* oder *weifs*. Die Farben sind demnach *nicht* complementar, und es ist nicht einmal der Anschein eines Einflusses auf das unerregte Auge da, welche Nüance von Roth auch das Bild, welches blofs die Wirkung des Contrastes ist, besitzen mag.

Diefs Resultat befähigte mich einen sehr entscheidenden Versuch anzustellen. Ich nahm *zwei* Papierstreifen und beleuchtete den einen mit *Tageslicht*, den andern mit *Kerzenlicht*, liefs das letztere auf das rechte Auge erregend wirken, und verdoppelte (durch zweckmäfsige Richtung der Augen) das Bild derselben. Der durch *Tageslicht* erleuchtete Streifen gab ein *blaues* und ein *weifses* Bild; der durch *Kerzenlicht* erleuchtete aber ein *grünes* und ein *röthliches* Bild. Bei diesem Versuch war nun die erregende Ursache dieselbe, und doch waren die Farben verschieden; zum deutlichen Beweise, dafs die Farben von der Natur des auf den Papierstreif fallenden Lichtes bedingt werden, dafs sie nicht complementar sind, und dafs, wenn reines weifses Licht angewandt wird, das unerregte Auge das Papier farblos sieht.

Diese Resultate lassen sich bestätigen, wenn man das *rothe* Bild untersucht, sobald das *grüne* Bild durch Näherung bis dicht an den erregten Fleck *dunkel purpurroth* geworden ist. In diesem Falle wird die Röthe, statt erhöht zu werden, sehr geschwächt, und der Streif erscheint *gelblich* oder *sahnefarben* (*cream-coloured*). Diefs ent-

*) Siehe Anmerk. S. 341 Versuch 1.

springt aus dem Mangel an Contrast, da die *grüne* Farbe, welche die rothe erhöht haben würde, fast gänzlich verschwunden ist.

Ich nahm nun zwei brennende Kerzen von gleicher Helligkeit, stellte sie etwa vier Zoll aus einander und zwei Zoll vom Auge, hielt nun einen Papierstreif zwischen ihnen und verdoppelte sein Bild durch Sehen nach einem entfernteren Gegenstand. Ich fand nun beide Bilder gelblichgrün, nicht blofs wenn sie auf diese Art gesehen wurden, sondern auch wenn sie zu Einem combinirt waren. Wären nun die Farben complementar, und fände ein Gleichgewicht zwischen der erhöhten und geschwächten Empfindlichkeit statt, so hätte das Bild *weifs* seyn müssen.

Ehe ich diesen Theil der Untersuchung verlasse, mufs ich noch einer sonderbaren Thatsache erwähnen. Hält man die Augenlieder des erregten Auges ganz verschlossen, und zieht die Augenbraune in die Höhe ehe man das erregende Licht auf dasselbe wirken läfst, so sieht man, wenn diefs Licht einwirkt, nur einen Papierstreif, wie wenn nur ein Auge geöffnet wäre, und die Farbe dieses Streifens ist sicher so weifs wie gewöhnlich; allein, wenn man im Moment, wo man das rechte Auge öffnet, das erregende Licht fortzieht, sieht das frisch geöffnete Auge den Streif *hellgrün* (wiewohl das Licht nur durch das Augenlied ging) und *ganz* so *grün*, wie wenn das Auge offen gewesen wäre; und, was besonders interessant ist: der andere weifse Streifen wird augenblicklich *röthlich*, was nur vom Contrast herrühren kann.

In einem früheren Aufsatz (Annal. Bd. XXVII S. 494) habe ich gesagt, dafs ein Stück Siegellack mit dem sehr erregten Theil eines erregten Auges *dunkel leberfarben* gesehen wird, während es dem andern Auge noch lebhaft roth erscheint. Als ich statt des Papierstreifens die folgenden farbigen Lösungen nahm und sie mittelst des durchgelassenen Lichtes einer Kerzenflamme erleuchtete,

beobachtete ich an ihrer Farbe die nachstehenden Veränderungen:

Lösung von	Farbe	Farbe für d. erregte Auge.	Farbe für das unerregte Auge
Salpetersaur. Kupfer *)	grünblau	tiefblau	blafs weifsblau
Kohlenstickstoffsäure **)	gelb	grüngelb	orangegelb
Schwefelcyan-Eisen	orangeroth	gelblichroth	mehr orangeroth
Mekonsaures Eisen	orangeroth	gelblichroth	mehr orangeroth
Oxals. Chromoxydul-Kali	portweinroth	nelkenroth	roth
Doppelt chromsaures Kali und arsenige Säure	grün	hellgrün	gelblichgrün
Kobaltchlorid	blafsroth	blässer roth	heller roth
Kupfer-Ammoniak	blau	indigfarben	blau
Salpetersaur. Nickel	grün	hellgrün	gelblichgrün
Salzsaures Kupfer	weifslichgrün	hellgrün	weifslichgelb
Purpurfarbenes Glas	purpurroth	nelkenroth	ziegelroth
Grünes Glas	grün	hellgrün	gelblichgrün.

In allen diesen Fällen, wo die Wirkung recht deutlich ist, erhält das vom erregten Auge gesehene Bild gewissermafsen einen Zusatz von den weniger brechbaren Strahlen, während das andere Bild einen Theil derselben Strahlen verliert, welches Resultat völlig mit unseren früheren Beobachtungen übereinstimmt.

Hr. Smith geht nun zu einer sehr feinen und etwas speculativen Aufgabe über, in welche ihm zu folgen wir nicht geneigt sind, nämlich zur Ausmittlung der Ursachen, welche das Auge anreizen den Papierstreifen *grün* und *roth* zu sehen, und der Zwecke, derentwegen diese Ursachen in Wirksamkeit treten. Als erregende Ursachen nimmt er an, das *undeutliche* Sehen und die heterogene oder *weifse* Farbe des erregenden Lichts; das heifst, wenn das erregende Licht homogen ist und deutlich gesehen wird, sind die complementaren *rothen* und *grünen* Farben nicht mehr sichtbar.

*) Diese Lösung giebt ein Spectrum, in dem die rothen und orangefarbenen Strahlen fehlen.

**) Kein Blau in ihrem Spectrum.

Der achte Versuch des Hrn. Smith bezweckt zu zeigen, dafs, wenn das erregende Licht deutlich gesehen wird, die Bilder des Papierstreifens farblos sind. Ein helles Licht wird dem Auge so nahe gehalten als es ohne Störung des vollkommen deutlichen Sehens möglich ist, und ein Papierstreif, den ein über dem Kopf gehaltenes Kerzenlicht erleuchtet, wird zwischen dem erregenden Licht und dem Auge gehalten, so nahe dem letzteren, dafs man ihn doppelt sieht. Bei diesem Versuch, den er oft mit äufserster Sorgfalt wiederholt hat, sind die Bilder des Papierstreifens vollkommen farblos, nur ist das von dem gereizten Auge gesehene ein wenig dunkler als das andere. »Bei Anstellung dieses Versuches,« sagt Hr. Smith, »wird *grofse Sorgfalt* erfordert, das gereizte Auge in die richtige Stellung zum deutlichen Sehen der Flamme zu bringen; denn ich habe durch viele Beobachtungen gefunden, dafs ein *kleiner Fehler* in dieser Beziehung, wie er leicht eintritt, wenn das Auge geblendet wird, hinreichend ist, diejenigen Veränderungen in der Empfindlichkeit für das rothe Licht hervorzubringen, welche bewiesenermafsen die Ursachen des grünen und des rothen Ansehens des weifsen Papieres sind.«

Angenommen nun, dieser Versuch und sein Resultat seyen richtig von Hrn. Smith beschrieben, bieten sich uns doch vier Bemerkungen dar.

1) Da das erregende helle Licht etwa fünf bis sechs Zoll vom Auge abstehen mufste, und, wie ich vermuthe, aus einer argandschen Lampe oder grofsen Kerzenflamme bestand, so umspannte dasselbe einen Winkel von 8° bis 10°, und es mufste also ein grofser Theil dieses Lichts undeutlich gesehen werden, da das Auge nur einen kleinen Punkt in seiner Axe deutlich sieht. Um diefs breite Licht mit völliger Deutlichkeit zu sehen, mufs Hr. Smith überdiefs sein Auge auf einen Rand der Flamme gerichtet, und der andere Rand mufs das Auge in dem Abstande

von 8° bis 10° von seiner Axe zu undeutlichem Sehen angereizt haben.

2) Wäre das erregende Licht ein *kleiner* und sehr leuchtender Punkt gewesen, so würde sein ganzer Rand deutlich sichtbar geworden seyn; allein dann wäre sein Bild auf das Foramen centrale gefallen, wo keine Nervensubstanz zu erregen ist.

3) Fällt das erregende Licht, es sey nun grofs oder klein, rings um das Foramen centrale auf die Netzhaut, so wirkt es auf einen Theil derselben, welcher, indem er beständig der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt ist, weniger leicht erregt wird, und überdiefs, wie durch einen directen Versuch gezeigt werden kann, weniger empfindlich für Wärmeeindrücke ist. Hieraus ist klar ersichtlich, warum ein erregendes Licht, welches auf den centralen Theil der Netzhaut fällt, nicht dieselbe Unempfindlichkeit für rothes Licht hervorbringt, wie wenn dasselbe Licht auf einen weniger abgenutzten Theil derselben Membrane einwirkt.

4) Diesen Gründen können wir noch einen vierten hinzufügen, den nämlich, dafs das Licht in diesem Versuch nothwendig viel schwächer ist, weil es in einer gröfseren Entfernung gehalten wird, wiewohl dieser Umstand durch eine Erhöhung der Intensität aufgewogen werden kann. Wenn wir an einer Seite des Auges das Licht zwei Zoll von der Netzhaut entfernt halten, und gerade vor demselben in einem Abstand von sechs Zoll, so verhält sich die Stärke der Beleuchtung in beiden Fällen wie 36 zu 4; so dafs gerade vor dem Auge ein neun Mal stärkeres Licht gebraucht werden mufs, um caeteris paribus dieselbe Wirkung hervorzubringen.

Bei Wiederholung des achten Versuchs von Hrn. Smith habe ich nicht die beiden Bilder farblos gefunden. Das Grün des einen ist verhältnifsmäfsig schwach, allein die gelblichrothe Farbe des andern ist deutlich

sichtbar, wiewohl weniger entschieden als im früheren Falle, aus Gründen, die ich oben aus einander gesetzt habe. Um jedoch zu zeigen, dafs diese Schwächung des Effects nicht von der *Undeutlichkeit* des Sehens herrührt, mache man den Versuch genau so wie ihn Hr. Smith beschrieben hat, und ajustire die Augen zum Sehen nach einem entfernteren Gegenstande als das erregende Auge ist, ohne sonst etwas zu verändern. Man wird dann die *Farben der beiden Strahlen unverändert finden*, wogegen, nach Hrn. Smith, die Streifen augenblicklich *roth* und *grün* erscheinen müfsten, wie bei dem ersten Versuch.

Hr. Smith zeigt nun in seinem neunten Versuch, dafs homogenes Licht nicht das Auge zum Sehen der besprochenen *rothen* und *grünen* Farben veranlasse, sondern dafs in diesem Falle das Bild in dem ungereizten Auge *weifs* statt roth sey, das Bild in dem gereizten Auge dagegen die Complementarfarbe von dem reizenden Lichte habe.

Diefs Resultat ist genau vereinbar mit dem, was sich erwarten liefse, wenn die Erscheinungen in dem gereizten Auge die der accidentellen Farben wären.

Ich habe jedoch gefunden, dafs das mit dem ungereizten Auge gesehene Bild nicht immer weifs ist. Wenn homogenes rothes Licht angewandt wird, ist die Farbe des Bildes im ungereizten Auge so vollständig roth wie wenn das erregende Licht weifs ist. Der Grund hievon ist der, dafs, da das homogene Roth das *Grün* zur Complementarfarbe hat, die natürliche röthliche Farbe der Lichtflamme durch den Contrast erhöht wird. Werden andere homogene Farben als erregende Lichter angewandt, so variirt die Farbe des Bildes in dem ungereizten Auge so, wie es sich erwarten läfst, doch ist sie immer weniger entschieden als im Fall der Anwendung von rothem Licht.

Es ist zweckmäfsig hier zu bemerken, dafs Hrn. Smith's Versuche mit *farbigen* Papieren angestellt wurden; allein

deren Farben sind sicher bei weitem nicht homogen, und daher ist es nicht rathsam Schlüsse über eine besondere Wirkung des homogenen Lichts aus Versuchen abzuleiten, zu denen kein homogenes Licht angewandt wurde. Hr. Smith sagt zwar, er habe die gelbe Flamme einer monochromatischen Lampe angewandt; allein selbst wenn es ihm gelang, die rothen und blauen Strahlen, welche gewöhnlich diese Flamme begleiten, von ihr abzusondern, so ist doch deren Farbe von so eigener Natur und von so geringer Intensität, dafs sich mit ihr kein genügendes Resultat erhalten läfst.

Diese Beobachtungen führen zu practischen Resultaten von einigem Nutzen. Wenn die Augen einem starken Lichte ausgesetzt sind, können Gegenstände nicht mit ihrer wahren Farbe gesehen werden, und selbst ein Licht von gewöhnlicher Intensität bewirkt eine entschiedene Verschlechterung in den Farben eines zarten Gemäldes. Diefs ist der Grund, weshalb wir Gemälde in ihrem vortheilhaftesten Lichte sehen, wenn wir sie durch zwei geschwärzte, direct vor die Augen gehaltenen Röhren betrachten. Dadurch werden die Farben nicht nur lebhafter, sondern es treten auch schwächere Nüancen hervor, die sonst durch die Einwirkung des Seitenlichts auf die Netzhaut überwältigt worden wären. Kehren wir ein Gemälde um, so dafs das oberste unten kommt, und betrachten es bei umgekehrter Stellung des Kopfs, so entsteht eine ähnliche Wirkung, weil das Bild von einem Theil der Netzhaut aufgefangen wird, welches für gewöhnlich unbenutzt bleibt. Aus demselben Grunde werden die Farben des Himmels und der Landschaft nahe am Horizont so sehr verschönert, wenn man sie zwischen den Beinen hindurch oder unter dem Arme hinweg mit umgekehrten Kopf betrachtet.

Es ist bekannt, dafs der Teint einer Person, wenn er nur nicht zu gelbroth ist, viel vortheilhafter bei Kerzenlicht als bei Tageslicht erscheint. Diefs rührt davon

her, weil er im Kerzenlicht viel röther als im Tageslicht ist. Bei gewissen Zuständen der Atmosphäre, wenn dunkelblaue Wolken vorherrschen, erscheint die gewöhnliche Gesichtsfarbe sehr unvortheilhaft. Personen von wandelbarer Gesundheit werden oft als kränklich aussehend beschrieben, wenn die Veränderung blofs von der vorwaltenden Farbe der Wolken entspringt.

Als das Gaslicht zuerst eingeführt wurde, war es eine gewöhnliche Klage der fleifsigen Theaterbesucher, dafs es den Personen auf der Bühne ein unvortheilhaftes Ansehen gebe. Diese schlechte Beschaffenheit machte diefs Licht so unpopulär, dafs man es in ein röthlich gefärbtes Glas einschlofs. Die Wirkung entstand jedoch aus der grofsen Intensität des angewandten Lichts und aus dessen Einwirkung auf die Netzhaut. Hätte man dieselbe Intensität mit Licht von Oellampen oder Kerzen erhalten, würde dieselbe Wirkung erzeugt worden seyn. Jetzt sind unsere Augen so an den Gebrauch des starken Lichts gewöhnt, dafs die Netzhaut nicht so leicht für die rothen Strahlen unempfindlich wird, und man sich nicht mehr über die blaue Farbe des Lichts beklagt. Sie wird jedoch von Denen, die sich zum ersten Male der Gasbeleuchtung aussetzen, noch beobachtet, und die Augen solcher Personen müssen erst in die Lehre gehen, um zu lernen die Gegenstände in ihrer wahren Farbe zu erblicken.

Die blaue Farbe des Gaslichts wurde von der Schlechtigkeit des angewandten Gases und die scheinbare Entfernung dieser nachtheiligen Beschaffenheit von einer erhöhten Reinheit und einer verbesserten Verbrennungsweise desselben abgeleitet. Allein die Wahrheit ist, dafs schlechtes Gas oder unvollkommene Verbrennung eines guten Gases ein viel rötheres Gas giebt als gutes Gas auf die beste Weise verbrannt. Der Rauch, welcher in den ersteren Fällen erzeugt wird, röthet immer die Flamme, und die vollkommene Entfernung desselben macht das

Gas-

Gaslicht dem Sonnenlicht ähnlich, welches immer blauer ist als die weifsesten Flammen von Wachs, Oel oder Talg.

Es giebt einen sehr niedlichen und leicht anzustellenden Versuch, welcher einige der vorhergehenden Versuche erläutert. Man stelle zwei brennende Kerzen *drei* bis *vier* Fufs von dem Auge und ungefähr *einen* Fufs aus einander, schliefse das eine Auge, und richte das andere auf eine der Flammen, wie wenn man etwas an dem Docht mit Aufmerksamkeit betrachten wollte. Die andere Flamme erblickt man nun durch indirectes Sehen, und nach kurzer Zeit wird sie heller und blauer als die erste, weil der Theil der Netzhaut, auf welchen das Licht dieser anderen Flamme fällt, empfindlicher ist als der häufiger gebrauchte Theil in der Axe des Auges, auf welchen das Licht der ersten Flamme fällt. Der höhere Grad von Erregung der Netzhaut durch die indirect gesehene Flamme macht diese Portion der Netzhaut weniger empfindlich für die rothen Strahlen; und wenn die Erregung fortfährt, wird das Licht wirklich *blau* und umgeben von einem Hofe eines *gelben* nebligen Lichtes. Zuweilen indefs verschwindet das blaue Bild, ohne an seiner Stelle etwas anderes als einen nebligen Hof zurückzulassen.

XIII. *Auszug aus einer Abhandlung des Hrn. Savart über die Beschaffenheit der Flüssigkeitsstrahlen, die aus kreisrunden Oeffnungen in dünnen Wänden hervorschiefsen.*

Die Versuche, welche Hr. Savart in dieser Abhandlung darlegt, haben denselben dahin geführt, folgende Resultate als sicher zu betrachten:

1) Jeder flüssige Strahl, der aus einer kreisrunden, in einer ebenen und horizontalen Wand gemachten Oeffnung von unten nach oben hervorschiefst, besteht aus zwei, dem Ansehen und der Beschaffenheit nach, ganz verschiedenen Theilen. Derjenige, welcher die Oeffnung berührt, bildet einen Umdrehungskörper, dessen horizontale Querschnitte immer kleiner und kleiner werden. Dieser Theil des Strahls ist ruhig und durchsichtig, ähnelt einem Glasstabe. Der zweite dagegen ist immer unruhig und scheint undurchsichtig zu seyn, wiewohl seine Gestalt noch regelmäfsig genug ist, um mit Leichtigkeit unterscheiden zu lassen, dafs er in eine gewisse Zahl von verlängerten Anschwellungen getheilt ist, deren gröfste Durchmesser immer gröfser sind als der der Oeffnung.

2) Dieser zweite Theil besteht aus wohl von einander gesonderten Tropfen, welche während ihres Falls periodische Formänderungen erleiden, und dadurch die regelmäfsig gesonderten Anschwellungen hervorrufen, welche bei directer Beschauung wahrzunehmen sind, und deren scheinbare Continuität davon abhängt, dafs diese Tropfen einander in Zeiträumen folgen, die kleiner sind als die Dauer der von jedem einzelnen Tropfen auf der Netzhaut erregten Empfindung.

3) Die Tropfen, welche den trüben Theil des Strahles bilden, werden erzeugt durch ringförmige Anschwellungen, welche sehr nahe an der Oeffnung entstehen, einander, längs dem klaren Theil des Strahls, in gleichen Zeiträumen folgen, in dem Maafse als sie herabfallen an Volum zunehmen, und endlich am unteren Ende des klaren und zusammenhängenden Theils sich trennen in gleichen Zeiträumen wie die ihrer Entstehung und Fortpflanzung.

4) Diese ringförmigen Anschwellungen entstehen durch eine periodische Folge von Pulsationen, welche an der Oeffnung selbst stattfinden, so dafs die Geschwindigkeit des Ausflufses statt gleichförmig zu seyn, periodenweis veränderlich ist.

5) Die Zahl dieser Pulsationen ist immer, selbst unter einem schwachen Druck, grofs genug in einer gegebenen Zeit, um durch die Häufigkeit ihrer Wiederkehr zu vernehmlichen und vergleichbaren Tönen Anlafs zu geben. Diese Zahl hängt nur von der Geschwindigkeit des Ausflusses ab, ist dieser direct und dem Durchmesser der Oeffnung umgekehrt proportional. Sie scheint weder durch die Natur noch durch die Temperatur der Flüssigkeit geändert zu werden.

6) Die Amplituden dieser Pulsationen können beträchtlich vergröfsert werden, wenn man die Gesammtmasse der Flüssigkeit und die Wände des Gefäfses derselben in Vibrationen von gleicher Periode versetzt. Unter diesen fremden Einflufs können die Dimensionen und der Zustand des Strahles merkwürdige Veränderungen erleiden. Die Länge des klaren und zusammenhängenden Theils kann sich fast auf Null reduciren, während die Bauchungen des trüben Theils eine Regelmäfsigkeit der Form und eine Durchsichtigkeit erlangen, welche sie für gewöhnlich nicht besitzen. Ist die Zahl der mitgetheilten Vibrationen verschieden von der der Pulsationen, welche an der Oeffnung stattfinden, so kann ihr Einflufs sogar so weit gehen, dafs sie die Zahl dieser Pulsationen abändert, doch nur innerhalb gewisser Gränzen.

7) Die Ausflufsmenge scheint weder durch die Amplitude noch durch die Zahl der Pulsationen gestört zu werden.

8) Der Widerstand der Luft wirkt weder auf die Form und Dimensionen des Strahls noch auf die Anzahl der Pulsationen merklich ein.

9) Der Zustand der horizontal oder selbst schief in die Höhe schiefsenden Strahlen weicht nicht merklich von dem der vertical empor getriebenen ab; allein die Anzahl der Pulsationen an der Oeffnung scheint desto geringer zu werden, je mehr sich der Strahl dem verticalen Emporsteigen nähert.

10) Welche Richtung der Strahl auch habe, so nimmt doch dessen Durchmesser bis zu einem gewissen Abstande von der Oeffnung sehr rasch ab. Fällt aber der Strahl vertical, so erstreckt sich die Abnahme bis zum Verschwinden des klaren Theils in dem getrübten; dasselbe ist auch der Fall bei einem horizontal fortschiefsenden Strahl, nur folgt bei diesem die Abnahme einem weniger raschem Gesetze. Wird der Strahl schief, unter Winkeln von 25° bis 45° gegen den Horizont in die Höhe getrieben, so sind, von dem zusammengezogenen Theile ab, der die Oeffnung berührt, alle auf der von ihm beschriebenen Curve senkrechten Durchschnitte einander fast gleich. Für gröfsere Winkel als 45° endlich wächst der Durchmesser des Strahls von dem zusammengezogenen Theil bis zum Anfang des getrübten Theils, so dafs nur dann ein Durchschnitt vorhanden ist, den man mit Recht einen zusammengezogenen nennen kann (*L'Institut, No.* 16 *p.* 139).

XIV. *Auszug aus einer Abhandlung über den Stofs eines flüssigen Strahls gegen eine kreisrunde Scheibe;*

von Savart.

Bisher hat man sich nur mit den Erscheinungen beschäfftigt, welche entstehen, wenn ein flüssiger Strahl einen starren Körper unter einem bestimmten Winkel trifft. Die dadurch in der Gestalt und dem Zustand des Strahls herbeigeführten Abänderungen, so wie die Richtung der Bewegung der Theilchen nach dem Stofs sind noch ganz unbekannt, selbst in den denkbar einfachsten Fällen. Indefs ist leicht ersichtlich, dafs das Studium dieser Art von Phänomenen geeignet seyn wird, auf gewisse Eigen-

thümlichkeiten der Beschaffenheit der Strahlen und selbst auf die Eigenschaften der Flüssigkeiten einiges Licht zu werfen. Gegenwärtige Abhandlung bezieht sich auf den Fall, wo ein flüssiger Strahl aus einer kreisrunden Oeffnung in dünner Wand senkrecht auf den Mittelpunkt einer gleichfalls kreisrunden Scheibe fällt.

Um sich eine klare Idee von diesen Erscheinungen zu machen, nehme man eine Glasröhre von etwa 1 Decimeter im Durchmesser und 2 Meter Länge, und verschliefse ihr unteres Ende durch eine Metallplatte, die in ihrer Mitte mit einem Loche von 5 bis 15 Millimeter im Durchmesser versehen ist. Diese Röhre befestige man nun in senkrechter Stellung, fülle sie mit Wasser und stelle 1 bis 2 Centimeter unter der Oeffnung eine Metallscheibe auf, getragen von einem dünnen und etwa 70 Centimeter langen Stabe, welcher so in einem Gestelle befestigt ist, dafs man die Scheibe mit Leichtigkeit horizontal und ihren Mittelpunkt senkrecht unter den Mittelpunkt der Oeffnung stellen kann.

Gesetzt die Scheibe habe 27 Millimeter im Durchmesser und sey 20 Millimeter von der Oeffnung entfernt, deren Durchmesser 12 Millimeter betrage. Im Augenblick wo, bei völliger Ruhe der Flüssigkeit im Rohre, der ausfliefsende Strahl die Scheibe trifft, breitet er sich nach allen Seiten aus, und bildet dadurch einen kreisrunden und zusammenhängenden Teller (*nappe*) von etwa 60 Centimeter im Durchmesser. Der mittlere Theil dieses Tellers ist dünn, glatt und durchsichtig, allein am Umfang ist er dicker und trüb; er bietet hier das Ansehen einer ringförmigen Zone dar, bedeckt mit einer grofsen Anzahl strahlenförmiger Streifen, die von andern, aber kreisrunden Streifen durchschnitten werden, aus welchen eine Menge Tröpfchen weit hervorschiefsen. Wegen dieses Aussehens wollen wir den äufseren Theil des Tellers, von dem man sich ohne Ansicht kein richtiges Bild machen kann, *Kranz* (*auréole*) nennen, so wie Tel-

ler, welche diesem ähnlich sind, *gekränzte* Teller (*nappes auréolées*) heifsen.

Diese Teller sind niemals ruhig, vielmehr der Sitz eines periodischen Steigens und Senkens von solcher Schnelligkeit, dafs dadurch ein dumpfer Ton entsteht, dem ähnlich, welchen gewisse Vögel beim Fliegen mit ihren Flügeln verursachen. Auch bemerkt man, dafs ihr Durchmesser periodisch um eine kleine Gröfse wächst und abnimmt, und diese Abwechslungen wiederholen sich oft genug in einer Secunde, um einen starken und aushaltenden Ton hervorzubringen, wenn man einen starren Körper oder eine Membran dem freien Rande des Kranzes bis zur Berührung nähert.

Bei fortwährendem Sinken des Niveaus der Flüssigkeit in dem Rohre vergröfsert sich der Teller allmälig; zugleich ändert der Kranz sein Ansehen; er wird durchsichtiger und schmäler, bedeckt sich mit breiten Rippen (*bosselures*) und verschwindet endlich ganz, sobald der Druck auf die Oeffnung nicht mehr als etwa 60 bis 62 Centimeter beträgt. Alsdann erreicht der Teller das *Maximum* seines Durchmessers, nämlich 80 Centimeter, und hat die Form einer grofsen vollkommen glatten Schale (*capsule*), deren hohle Seite sich nach unten kehrt, deren freier Umfang schwach gezähnt ist und aus den hervorspringenden Winkeln dieser Zähnungen eine grofse Anzahl von Tröpfchen fortschleudert.

Nimmt der Druck auf die Oeffnung ferner ab, so wird auch der eben beschriebene glatte Teller kleiner; allein gleichzeitig krümmt er sich an seinem unteren Theil und biegt sich gegen den Stab, welcher die Scheibe trägt. Bei einem Druck von 32 bis 33 Centimeter schliefst er sich gänzlich, die Form eines etwa 45 Centimeter hohen und 40 Centimeter im Durchmesser haltenden Umdrehungskörper annehmend, dessen Oberfläche vollkommen glatt ist und dessen erzeugende Curve sehr einer halben Lemniscate ähnelt. Die Dimensionen dieses Tellers neh-

men hierauf allmälig ab; sobald aber der Druck nicht mehr als 10 bis 12 Centimeter beträgt, ändert er plötzlich seine Gestalt, sein oberer Theil wird mit einem Male concav, darauf, nach einer ungemein kurzen Zeit, erscheint er wieder in der ersteren Gestalt, und diese instantanen Formveränderungen erneuen sich periodisch sieben bis acht Mal, bis der Teller unter fortwährender Verkleinerung endlich ganz verschwindet.

Diefs sind die allgemeinen Erscheinungen, welche man bemerkt, wenn ein flüssiger Strahl senkrecht auf die Mitte einer horizontalen Kreisscheibe fällt; merklichen Einfluſs auf sie haben indefs der Durchmesser der Oeffnung und der der Scheibe, die Geschwindigkeit des Ausfliefsens, die Natur und Temperatur der Flüssigkeit, endlich die Natur der Scheibe und deren Abstand von der Oeffnung. Die Untersuchung dieser modificirenden Ursachen hat zu folgenden Resultaten geführt.

1) Sobald der Teller glatt wird, ist sein Durchmesser am *gröfsten*, diefs- und jenseits nimmt er in's Unbestimmte ab, der Druck mag stärker oder schwächer werden. Zu diesem Maximum gelangt der Teller durch desto schwächere Drucke, je gröfser der Durchmesser der Oeffnung ist; sein absoluter Durchmesser ist desto kleiner, je kleiner die Oeffnung ist. Im Allgemeinen ist der Druck, bei dem die Teller sich schliefsen, halb so grofs als der, bei welchem sie das *Maximum* ihres Durchmessers erreichen; ihr absoluter Durchmesser ist alsdann dem der Oeffnung proportional, sobald diese nicht gröfser als 2 Centimeter und nicht kleiner als 2 bis 3 Millimeter ist.

2) Von 1 bis 2 Centimeter ab giebt die Verminderung des Abstands der Scheibe von der Oeffnung zu Erscheinungen Anlafs, die denen, welche aus allmäliger Abnahme des Drucks und des Durchmessers der Oeffnung entspringen, im Allgemeinen analog sind. Die Entfernung der Scheibe, von jenem Punkte ab, bewirkt dagegen Erscheinungen, die denen, welche durch Vermeh-

rung des Drucks vereint mit einer Abnahme des Durchmessers der Oeffnung hervorgebracht werden, im Allgemeinen ähnlich sind, und sich modificiren durch die Gegenwart ringförmiger Anschwellungen, welche sich längs dem Strahle fortpflanzen, und in dem Maafse hervorspringender werden, als sie sich mehr dessen unterem Ende nähern.

3) Ist der Druck beträchtlich, so ändert die Schwere die Gestalt der Teller nicht merklich ab; ist er aber schwach, so zeigen die Veränderungen, welche die Krümmung dieser Teller erleidet, je nachdem der Strahl die Scheibe von oben nach unten oder von unten nach oben trifft, bis zur Evidenz, dafs die Schwere vielen Einfluſs auf die Gestalt derselben ausübt.

4) Bleibt der Druck constant, und nimmt man an, der Durchmesser der Scheibe, der anfänglich dem des Strahles gleich sey, wachse in's Unbestimmte, so vergröfsert sich der Durchmesser des Tellers, der anfangs Null oder sehr klein war, bis zu einer gewissen Gränze; darauf nimmt er ab, und es tritt ein Punkt ein, wo der freie Teller gänzlich verschwindet, und wo der Strahl, nachdem er sich nach allen Richtungen hin in Gestalt einer dünnen und kreisrunden Schicht entfaltet hat, plötzlice in eine Art von Wulst oder einen viel dickeren Teller verwandelt, worin die Geschwindigkeit des Ausflusses ganz vernichtet zu seyn scheint. Der untere Durchmesser dieses dicken Tellers, oder, mit anderen Worten, der Durchmesser des centralen dünnen Tellers, ist desto gröfser, je stärker der Druck ist.

5) Die flüssigen Teller zeigen zu der Oberfläche starrer Körper eine sehr starke Adhärenz, welche nicht vom atmosphärischen Druck bedingt zu werden scheint; es folgt daraus, dafs selbst die Substanz der Scheiben eine grofse Abänderung in der Form der Teller hervorbringt, vor Allem, wenn die Ausflufsgeschwindigkeit schwach ist.

6)

6) Die Temperatur der Flüssigkeit übt einen sehr grofsen Einfluſs auf die Bildung der Teller aus. Wenn der Durchmesser der Oeffnung und der der Scheibe constant bleiben, erreicht der Durchmesser der Teller sein *Maximum* beim *Maximum* der Dichte des Wassers; er wird Null beim Siedpunkt; und bei 1° oder 2° C. ist er kleiner als bei 0° und vor Allem als bei 4° C. Die Natur der Flüssigkeit übt einen analogen Einfluſs aus, bis zu dem Grade, daſs der geschlossene Teller bei einer Flüssigkeit z. B. einen um die Hälfte kleineren Durchmesser haben kann als bei einer anderen. Die Molecularkraft spielt also eine wichtige Rolle bei der Bildung der Teller.

Die Erscheinungen, welche beim Stoſse eines Strahls gegen eine kreisrunde Ebene entstehen, kommen zurück auf den Fall des freien Ausflusses durch eine ringförmige Oeffnung in der Wand eines senkrecht stehenden cylindrischen Rohrs.

Diesen Resultaten, welche mehr in besonderer Beziehung zur Beschaffenheit der Teller stehen, kann man noch folgende hinzufügen: 1) Die flüssigen Strahlen besitzen nicht wie die starren Körper die Eigenschaft reflectirt zu werden, vielmehr folgen sie bei allen Geschwindigkeiten und unter allen Einfallswinkeln den ebenen Oberflächen der Körper, gegen welche sie getrieben wurden. 2) Das Wasser besitzt nicht bloſs ein *Maximum* der *Klebrigkeit* bei seinem Maximum der Dichte, sondern auch ein *Minimum* der *Klebrigkeit* bei 1° bis 2° C. 3) Der den flüssigen Strahlen eigenthümliche vibratorische Zustand wird nur dann bei dem Stoſse vernichtet, sobald der Druck im Allgemeinen sehr schwach ist. 4) Aufser den periodischen Pulsationen, welche immer bei jedem Ausflusse stattfinden, scheint es als bildeten sich noch in der Flüssigkeit des Behälters plötzliche Zustandsveränderungen, welche zu bestimmten Zeiten eintreten, wie wenn sich periodisch verschiedene Relationen zwischen den Geschwindigkeiten der Flüssigkeitsfäden einstellten.

5) Endlich wird in dem Zustand der Teller nichts geändert, wenn die Scheibe den Theil des Strahls durchschneidet, wo, wie man behauptet hat, ein zusammengezogener Querschnitt vorhanden sey, was ohne Zweifel beweist, dafs ein solcher Querschnitt in den aus kreisförmigen Oeffnungen hervordringenden Strahlen wirklich nicht existirt.

Diese Untersuchungen des Herrn Savart sind die Fortsetzung einer grofsen Arbeit über die Hydrodynamik, deren Resultate er in einer Reihe von Abhandlungen bekannt machen wird. Der erste Theil derselben ist im vorhergehenden Aufsatz mitgetheilt. (*L'Institut. No.* 22 *p.* 188.)

XV. *Neuere Erfahrungen über artesische Brunnen.*

(Nachtrag zu den früheren Mittheilungen im Bd. XVI S. 592, Bd. XVIII S. 603 und Bd, XXI S. 352.)

In der am 16. Sept. 1833 gehaltenen Sitzung der Pariser Academie lehrte Hr. Arago eine sonderbare Thatsache in Betreff der Erbohrung eines artesischen Brunnens zu Bages kennen. In dieser, zwei Lieues südwestlich von Perpignan liegenden Gemeinde finden sich mehre natürliche Springquellen, welche daselbst unter dem Namen *dals mattés* bekannt sind *); sie haben eine grofse

*) Nach Hrn. Virlet, der bekanntlich als Geognost die wissenschaftliche Expedition der Franzosen nach Morea begleitet hat, ist auch Griechenland reich an natürlichen artesischen Brunnen. Man unterscheidet daselbst die *Katavothrons*, Schlünde in geschlossenen Ebenen, worin sich das Wasser der Bäche verliert, und die *Kéfalovrisis* (Quellenköpfe), Oeffnungen, aus welchen das so versiegte Wasser wieder hervorbricht. Aus letzteren nehmen mehre berühmte Flüsse des Alterthums ihren Ursprung. (*L'Institut. No. XII I.* 38.)

Tiefe, liefern viel Wasser und sind oft so dicht überwachsen, dafs die Wanderungen in ihrer Nähe, ohne Führer, sehr gefährlich werden. Ihr Wasser ist klar, angenehm zu trinken und von 14° R. Da die Form des Bodens von Bages und die Gegenwart dieser Quellen einen glücklichen Erfolg für das Erbohren von Wasser versprachen, so liefs Hr. Durand, Besitzer eines grofsen Theils der Ländereien dieser Gemeinde, 50 Fufs nördlich von Bages einen Versuch dazu unternehmen. Aus 80 Fufs Tiefe, unter einer drei Fufs dicken sehr sandigen Mergelschicht, sprang ein sehr klares Wasser, ohne Sand und Thon, hervor, das eine Temperatur von 14° R. besafs, und bis zu einer Höhe von 3 bis 4 F. über den Boden emporstieg. Eine zweite Bohrung, 6 F. von der ersten entfernt unternommen, lieferte gleichfalls in 80 Fufs Tiefe ein springendes Wasser. Bei Fortsetzung der Arbeit durchbohrte man in 142 Fufs Tiefe einen schwarzen und compacten Thon. Bei 145 Fufs Tiefe sank der Bohrer von selbst ziemlich weit hinunter; man untersuchte nicht, wie tief er einsinken würde, sondern zog ihn schnell heraus; augenblicklich sprang auch ein Wasserstrahl hervor, welcher durch seine Mächtigkeit, seine Gewalt und Steigkraft alle Arbeiter in Erstaunen setzte. Vom Augenblick seines Erscheinens (28. Aug. 3½ Uhr Nachmittags) an bis zur Absendung dieses Berichts (7. Sept.) konnte man das Wasser noch durch keinen Widerstand überwältigen. Alle Röhren, die man bis jetzt senkrecht auf seine Ausflufsöffnung setzte, waren noch zu kurz, so dafs man glaubte, das Wasser würde sich bis zu 50 Fufs Höhe erheben. Das Wasser bildete am Austritt aus dem Boden einen Strahl im Mittel von 65 Centimeter Breite und 1 Decimeter Dicke, und einer Geschwindigkeit von 32 Meter in der Minute, was eine Wassermasse von etwa 2000 Liter (2300 Preufs. Quart) in der Minute giebt. Das Wasser dieses gebohrten Brunnens ist klar und farblos, doch etwas fade von Geschmack und von 15° R.

Es führt Sandkörner und rothen Kies in sehr geringer Menge mit sich, zuweilen auch schwarze Thonstücke fast von der Gröfse des Bohrlochs. Ein Bleiloth von 8 Pfund, das man an einer Schnur hinabliefs, wurde rasch herausgeworfen. (*L'Institut. No.* 19 *p.* 162.)

Eine andere bemerkenswerthe, wenn gleich auch schon sonst beobachtete Erscheinung, zeigte sich zu Gajarine, im Districte Conegliano, am rechten Ufer der Livenza, im Gouvernement Venedig, wo der Graf von Porcia einen artesischen Brunnen anlegen liefs. Als der Bohrer am 23. Mai d. J. auf etwa 110 Fufs Tiefe gelangt war, bemerkte man beim Heraufziehen desselben, in der Tiefe von 76 Fufs. einen grofsen Widerstand, und währenddefs stieg das Wasser allmälig, bis es zwei Minuten lang reichlich aus der oberen Mündung der Röhre übersprudelte, und dann nach und nach wieder unter die gewöhnliche Höhe im Bohrloche sank. Diefs Uebersprudeln erneute sich in verstärktem Maafse bei jedesmaligem Ausziehen des Bohrers während der Fortsetzung der Arbeit. Am 24. Mai liefs der Graf beim Wiederhervorsprudeln des Wassers ein Licht an die Röhrenmündung bringen, und sogleich entzündete sich das entweichende Gas; es gab eine 3 Fufs hohe Flamme, die ungeachtet des Wassersprudelns beinah eine Stunde lang brannte. Diese Flamme erschien bei erneuten Versuchen immer reicher und ausdauernder, so dafs sich bis zum 27. Mai Abends die mit Wasser, Sand und Thon gemengte Flamme auf 30 Fufs und darüber erhob, und über dem Wasser sich in einem am Grunde 6 Fufs weiten Lichtkegel ausbreitete. Als der Wassersprudel nachliefs, senkte sich auch die Flamme, brannte aber doch noch zwei Stunden lang 6 Fufs hoch. Selbst am 1. Juni bildete sich noch eine Flamme von 2 Fufs Höhe. Zufolge einer vorläufigen Analyse besteht das Gas aus Kohlenwasserstoff gemengt mit Schwefelwasserstoff. (Baumgartn. Zeitschrift, Bd. II S. 284 und *L'Institut. No. IX p.* 66.)

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1833, ELFTES STÜCK.

I. *Dritte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität;*

von Herrn Michael Faraday.

(Schluſs.)

III. Magneto-Elektricität.

343) *Spannung.* — Die Anziehungen und Abstoſsungen vermöge elektrischer Spannung sind an der durch magneto-elektrische Vertheilung erregten Elektricität genügend beobachtet worden. Hr. Pixii hat, mittelst seines, in der Construction eben so niedlichen, als in der Wirkung kräftigen Apparats *), die Goldblättchen eines Elektrometers zu starker Divergenz gebracht **).

344) *In Bewegung:* I. *Wärmeentwicklung.* — Der durch magneto-elektrische Vertheilung erregte Strom kann, wie die gewöhnliche Elektricität, einen Draht erhitzen. Bei der Versammlung britischer Naturforscher zu Oxford, im Juni 1832, habe ich das Vergnügen gehabt, gemeinschaftlich mit den HH. Harris, Daniell, Duncan und

*) *Annal. de chim. et de phys. T. L p.* 332 (Annal. Bd. XXVII S. 390).

**) *Annal. de chim. et de phys. T. LI p.* 77 (Annal. Bd. XXVII S. 398).

Anderen, einen Versuch anzustellen, zu welchem der grofse Magnet in dem dortigen Museum, Hrn. Harris's neues Elektrometer (287) und das in meinem ersten Aufsatz (34) beschriebene magneto-elektrische Drahtgewinde in Anwendung gesetzt ward. Das letztere war so abgeändert, wie ich es anderswo beschrieben habe *), um bei Unterbrechung der Berührung mit dem Magnet einen elektrischen Funken zu erhalten. Die Enden des Drahtgewindes, die so gestellt waren, dafs ihre gegenseitige Berührung unterbrochen ward, wenn der Funken überschlug, standen mit dem Elektrometer in Verbindung, und es fand sich, dafs bei jedesmaliger Vollziehung oder Unterbrechung des magnetischen Contact eine Ausdehnung der Luft in dem Instrumente stattfand, zum Beweise, dafs gleichzeitig die Temperatur des Drahts erhöht worden war.

345) II. *Magnetismus.* — Es war ihre magnetische Kraft, durch welche diese Ströme entdeckt wurden.

346) III. *Chemische Zersetzung.* — Mehrmals habe ich mich bemüht, chemische Zersetzungen durch die Magneto-Elektricität hervorzubringen, allein ohne Erfolg. Im Juli 1832 bekam ich einen anonymen Brief, der seitdem bekannt gemacht ist **), mit der Beschreibung eines magneto-elektrischen Apparats, durch welchen Wasser zersetzt seyn sollte. Da darin der Ausdruck »bewaffnete Spitzen« gebraucht war, so schlofs ich, der Apparat sey dem Wollaston'schen ähnlich (327 u. ff.), und in diesem Falle würden die Resultate keine polare elektro-chemische Zersetzung angezeigt haben. Neuerlich hat Herr Botto gewisse von ihm erhaltene Resultate bekannt gemacht ***), aus denen sich aber, wie sie beschrieben

*) *Phil. Mag. and Annals*, 1832, *Vol. XI p.* 405 (Ann. Bd. XXV S. 187).

**) *Lond. et Edinb. Phil. Mag.* 1832, *Vol. I p.* 161 (Annalen, Bd. XXVII S. 391).

***) Ebendaselbst, *Vol. I p.* 441 (Ann. Bd. XXVII S. 392).

sind, keine Folgerung ziehen läfst. Der von ihm angewandte Apparat war, so scheint es, dem Wollaston'schen ähnlich, der nur trügerische Resultate liefert (327 u. ff.). Da die Magneto-Elektricität Funken giebt, so lassen sich die Wirkungen eines solchen Apparats vorhersehen. Der bereits (343) erwähnte Apparat des Hrn. Pixii hat jedoch in dessen *) und Hrn. Hachette's **) Händen entscheidende Resultate geliefert, so dafs demnach nun auch dieses Glied in der Kette der Beweise nicht mehr fehlt. Man hat Wasser durch diesen Apparat zersetzt, und zwar so, dafs Sauerstoff- und Wasserstoffgas in getrennten Röhren erschienen, gemäfs dem Gesetze, welches die volta-elektrischen und maschinen-elektrischen Zersetzungen bedingt.

347) IV. *Physiologische Wirkungen.* — Schon bei den ersten Versuchen mit diesen Strömen wurde ein Frosch in Zuckungen versetzt (56). Die Empfindung auf der Zunge und vor den Augen, welche ich anfänglich nur in schwachem Grade erhielt (56), sind seitdem mit kräftigeren Apparaten so verstärkt worden, dafs sie sogar unangenehm wurden.

348) V. *Funken.* — Der schwache Funken, welchen ich anfänglich mit diesen Strömen bekam (32), ist späterhin von den HH. Antinori und Nobili auf so mannigfaltige Weise und stark erhalten worden, dafs kein Zweifel an der Einerleiheit dieses und des gemeinen elektrischen Funkens übrig bleiben kann.

IV. Thermo-Elektricität.

349) Was die Thermo-Elektricität, jene schöne von Seebeck entdeckte Form der Elektricität betrifft, so sind die Umstände, unter welchen sie erregt wird, von der Art,

*) *Ann. de chim. et de phys. T. LI p.* 77 (Annalen, Bd. XXVII S. 398).

**) Ebendaselbst, p. 72 (Annal. Bd. XXVII S. 392).

dafs sich nicht erwarten läfst, sie gleich der gemeinen Elektricität auf einen hohen Grad von Spannung gebracht zu sehen. Man darf also auch nicht die von der Spannung bedingt werdenden Erscheinungen bei ihr erwarten. Die Thatsachen in Betreff ihrer Analogie mit den bereits beschriebenen Elektricitäten kommen, glaube ich, auf folgende zurück: — *In Spannung.* Anziehungen und Abstofsungen in Folge eines gewissen Grades von Spannung sind noch nicht beobachtet. *In Strömung.*: I. *Wärmeentwickelung.* Ich weifs nicht, dafs man das Vermögen der Wärmeerregung schon bei ihr beobachtet habe. II. *Magnetismus.* Durch ihre magnetischen Kräfte ist sie entdeckt und auch am besten erkennbar. III. *Chemische Zersetzung,* ist mit ihr noch nicht erhalten worden *). IV. *Physiologische Wirkungen.* Wie Nobili gezeigt hat **), versetzen diese Ströme den Frosch in Zuckungen. V. *Funken,* sind noch nicht beobachtet.

350) So sind also nur diejenigen Wirkungen schwach oder gar nicht vorhanden, welche von einem gewissen hohen Grade von Intensität abhängen. Wenn die gemeine Elektricität auf einen ähnlichen Grad von Intensität herabgebracht wird, kann sie ebenfalls nur die Wirkungen der Thermo-Elektricität hervorbringen.

V. Thierische Elektricität.

351) Nach Durchsicht der Versuche von Walsh ***), Ingenhoufs †), Cavendish ††), H. Davy †††) und

*) Neuerlich hat indefs Hr. Botto, seiner Angabe nach, Wasser durch sie zersetzt, wie es scheint, unter Trennung der beiden Gase (Annal. Bd. XXVIII S. 238). *P.*

**) *Biblioth. univers. T. XXXVII p.* 15 (Ann. Bd. XIV S. 161).

***) *Phil. Trans.* 1773, *p.* 461.

†) *Phil. Trans.* 1775, *p.* 1.

††) *Phil. Trans.* 1776, *p.* 196.

†††) Ebendaselbst, 1829, p. 15 (Annal. Bd. XVI S. 311).

J. Davy *) hege ich keinen Zweifel mehr an der Einerleiheit der Elektricität des Zitterrochens mit der gemeinen und voltaschen Elektricität; ich setze voraus, dafs Andere eben so wenig daran zweifeln, und dafs es mir daher erlaubt sey, mich weiter nicht in die Beweise für jene Identität einzulassen. Die von H. Davy aufgeworfenen Zweifel sind durch seinen Bruder John Davy beseitigt, indem der Letztere entgegengesetzte Resultate als der Erste erhalten hat. Gegenwärtig sind die Belege folgende:

352) *Spannung.* — Anziehungen oder Abstofsungen, die von Spannung herrührten, sind nicht beobachtet worden.

353) *In Bewegung.* I. *Wärmeentwicklung* — ist noch nicht beobachtet; doch zweifle ich nicht, dafs sie mit Harris's Elektrometer (287. 359) wahrnehmbar seyn werde.

354) II. *Magnetismus.* — Vollkommen deutlich. Nach J. Davy lenkt der Strom nicht nur die Magnetnadel ab, sondern magnetisirt auch Stahlnadeln, was die Richtung betrifft, nach demselben Gesetz, welches die Ströme gemeiner und voltascher Elektricität bedingt **).

355) III. *Chemische Zersetzung.* — Ebenfalls deutlich; und obwohl J. Davy einen Apparat von ähnlicher Construction wie der Wollaston'sche angewandt hat, so kann doch dadurch kein Irrthum herbeigeführt worden seyn, weil die Zersetzungen polar, wahrhaft elektrochemisch waren. Durch die Richtung der abgelenkten Magnetnadel hat er gefunden, dafs die Unterseite des Fisches negativ und die Oberseite positiv war, dafs bei der chemischen Zersetzung Silber und Blei an dem mit der Unterseite verbundenen Draht, und nicht an dem andern ausgeschieden wurden. Bei Anwendung von Stahl-

*) *Phil. Trans.* 1832, *p.* 259 (Annal. Bd. XXVII S. 542).

**) Ebendaselbst, 1832, *p.* 260 (Annal. Bd. XXVIII S. 543).

oder Silberdrähten stieg in Kochsalzlösung Gas (Wasserstoffgas?) vom negativen Draht, aber nicht vom positiven auf.

356) Ein anderer Grund für die elektro-chemische Natur der Zersetzung ist der, dafs ein Wollaston'scher Apparat, construirt aus *Drähten* mit einer Bekleidung von Siegellack, wahrscheinlich, selbst auf die ihm eigene Weise, Wasser nicht zersetzt haben würde, wenn nicht die Elektricität von solcher Intensität gewesen wäre, dafs sie Funken in einigen Theilen des Bogens gegeben hätte. Der Zitterrochen aber vermochte keine sichtbaren Funken zu geben. Ein dritter Grund ist der, dafs das Wasser in Wollaston's Apparat desto reichlicher zersetzt wird, je reiner es ist. Der Versuch, welcher mir mittelst der Maschine und zweier Drahtspitzen mit destillirtem Wasser vollkommen gelang, schlug gänzlich fehl, wenn ich das Wasser, durch Zusatz von Glaubersalz, Kochsalz oder anderen Salzen, besser leitend gemacht hatte. Allein in J. Davy's Versuchen wurden *starke* Lösungen von Salz, salpetersaurem Silber und Bleizucker mit Erfolg angewandt, ohne Zweifel mit gröfserem Erfolg als schwache Lösungen.

357) IV. *Physiologische Wirkungen* — so auffallend, dafs durch sie die eigenthümlichen Kräfte der Torpedo und des Gymnotus aufgefunden worden sind.

358) V. *Funken* — sind bis jetzt noch nicht erhalten, wenigstens glaube ich es nicht; doch thue ich vielleicht besser, mich auf die vorhandenen Angaben zu berufen. Humboldt, indem er von den Resultaten des Hrn. Fahlberg, eines Schweden, spricht, sagt: »Dieser Physiker hat einen elektrischen Funken gesehen, wie Walsh und Ingenhoufs vor ihm, wenn er den Gymnotus an die Luft brachte, und die Kette durch zwei auf Glas geklebte, eine Linie von einander abstehende Goldblättchen unterbrach *).« Ich kenne jedoch keine

*) *Edinb. Philosoph. Journ. T. II p.* 249.

solche Beobachtung von Walsh und Ingenhoufs, und weifs auch nicht eine nähere Nachricht über die von Fahlberg aufzufinden *). Hr. v. Humboldt selbst konnte keine Lichterscheinung wahrnehmen.

Leslie, in seinem, der siebenten Auflage der *Encyclopaedia Britannica, Edinburg* 1830, *p.* 622, vorangeschickten Bericht über die Fortschritte der mathematischen und physikalischen Wissenschaften, sagt dagegen: »Aus einem in London gezeigten gesunden Exemplar von Silurus electricus (man sollte eher meinen: Gymnotus) hat man im Dunkeln lebhafte Funken ausgezogen;« allein er sagt nicht, dafs er selbst sie sah, noch wer sie sah, und eben so wenig kann ich sonst einen Bericht über ein solches Phänomen auffinden. Es bleibt also diese Angabe mindestens zweifelhaft **).

359) Am Schlusse dieser Aufzählung der elektrischen Eigenschaften des Zitterrochens mufs ich noch bemerklich machen, welche ungeheure Menge von Elektricität dieses Thier bei jeder Anstrengung in Umlauf setzt. Es ist noch zweifelhaft, ob irgend eine gewöhnliche Elektrisirmaschine im Stande sey, so viel Elektricität in denkbarer Zeit zu liefern, um eine wirkliche elektro-chemische Zersetzung des Wassers zu bewirken (330. 339), und doch hat es der Zitterrochen bereits vermocht. Auch die magnetischen Wirkungen (296. 371) sprechen für die Gröfse der Elektricitätsmenge. Diese Umstände deuten

*) Die Nachricht von Fahlberg's Versuchen findet sich in Gilbert's Annalen, Bd. XIV S. 420, und die von Walsh's in einem Briefe von Le Roy an Rozier in dessen *Observations sur la physique etc.* 1776, *T. II p.* 333. — Beide Nachrichten sind indefs sehr kurz, und gewähren nicht die Ueberzeugung, dafs jene Experimentatoren sich gegen den von J. Davy (Annalen, Bd. XXVII S. 545) hervorgehobenen, leicht irre leitenden Umstand sicher gestellt haben. *P.*

**) Hr. Brayley, welcher mir diese Angaben mittheilte und sehr ausgedehnte literarische Kenntnisse besitzt, erinnert sich keiner weitern Nachricht über diesen Gegenstand.

an, dafs der Zitterrochen die Fähigkeit habe (wahrscheinlich in der von Cavendish beschriebenen Weise) die Elektricitätserregung eine merkliche Zeit hindurch fortzusetzen, so dafs seine successiven Entladungen mehr denen eines in seiner Wirkung intermittirenden voltaschen Apparats, als denen einer vielmals hinter einander geund entladenen Leidner Batterie ähneln. In Wirklichkeit ist jedoch kein *physikalischer Unterschied* zwischen diesen beiden Fällen da.

360) Der *allgemeine Schlufs*, welcher, glaube ich, aus dieser Sammlung von Thatsachen gezogen werden mufs, ist der: dafs *die Elektricität, aus welcher Quelle sie auch entsprungen sey, identisch ist in ihrer Natur.* Die Erscheinungen der fünf aufgeführten Arten von Elektricität sind nicht in ihrem Wesen, sondern nur dem Grade nach verschieden, und sie variiren in dieser Beziehung nach Maafsgabe der veränderlichen Umstände von *Quantität* und *Intensität* *), welche fast bei jeder dieser Elektricitäts-Arten nach Belieben eben so stark verändert werden können, als sie verschieden sind zwischen der einen und der andern Art.

Tafel über die Wirkungen, welche den Elektricitäten von verschiedener Abkunft gemein sind.

	Voltasche Elektr.	Gemeine Elektr.	Magneto-Elektr.	Thermo-Elektr.	Thierische Elektr.
Physiologische Wirkung	x	x	x	x	x
Ablenk. der Magnetnadel	x	x	x	x	x
Magnetisiren	x	x	x	?	x
Funken	x	x	x		?
Wärmeerregung	x	x	x	?	
Wahre elektro-chemische Wirkung	x	x	x	**)	x
Anziehung u. Abstofsung	x	x	x		
Entlad. durch heifse Luft	x	x			

*) Der Ausdruck *Quantität* ist bei der Elektricität vielleicht hinreichend verständlich; der *Intensität* dagegen schwieriger genau zu definiren. Ich gebrauche beide Ausdrücke in der gewöhnlichen Bedeutung.

**) Falls Hr. Botto's Angabe (S. 368 Anmerk.) richtig ist, würde auch diese Lücke ausgefüllt seyn.

VIII. Maafs-Beziehung zwischen der gemeinen und voltaschen Elektricität.

361) Nachdem ich die Identität zwischen diesen beiden Elektricitäten hinlänglich festgestellt glaubte, bemühte ich mich für die Quantität der durch die Maschine und die voltasche Säule erregten Elektricität ein gemeinsames Maafs oder eine bekannte Beziehung aufzufinden, nicht blofs um ihre Identität zu bestätigen (378), sondern auch um gewisse allgemeine Sätze (366. 377 u. ff.) zu beweisen, und den Mitteln zur Erforschung oder Anwendung dieses wundervollen und feinen Agens eine gröfsere Ausdehnung zu verschaffen.

362) Zuerst war zu bestimmen, ob eine gleiche absolute Menge von gemeiner Elektricität, unter verschiedenen Umständen durch einen Galvanometer gesandt, eine gleiche Ablenkung der Magnetnadel erzeugen würde. Ich versah daher den Galvanometer mit einer willkührlichen Skale, an der jede Abtheilung etwa 4° betrug, und stellte das Instrument wie bei dem früheren Versuche auf (296). Die Maschine (290), die Batterie (291) und die übrigen Theile des Apparats wurden in gute Ordnung gebracht, und während der Zeit des Versuchs so nah als möglich in demselben Zustand erhalten. Mit den Versuchen wurde abgewechselt, so dafs jede Veränderung in dem Zustand des Apparats sichtbar ward, und die nöthigen Berichtigungen gemacht werden konnten.

363) Sieben Flaschen wurden aus der Batterie fortgenommen und acht zum Gebrauche beibehalten. Es fand sich, dafs etwa 40 Umdrehungen die 8 Flaschen vollständig ladeten. Sie wurden darauf durch 30 Umdrehungen geladen und nun durch den Galvanometer entladen, während eine dicke feuchte Schnur von etwa 10 Zoll Länge in den Bogen eingeschaltet war. Sogleich wurde die Nadel um $5\frac{1}{2}$ Abtheilungen nach der einen

Seite vom Nullpunkt abgelenkt, und beim Vibriren ging sie so nahe als möglich durch $5\frac{1}{2}$ Abtheilungen nach der andern Seite.

364) Jetzt wurden die übrigen sieben Flaschen den acht hinzugefügt, und sämmtliche funfzehn durch 30 Umdrehungen der Maschine geladen. Ein Henley'sches Elektrometer stand nicht ganz halb so hoch als zuvor; allein als die Ladung durch den, zuvor zur Ruhe gebrachten Galvanometer geleitet wurde, vibrirte die Nadel sogleich und erreichte *genau* denselben Theilpunkt wie vorhin. Diese Versuche mit acht und mit funfzehn Flaschen wurden mehrmals abwechselnd wiederholt und immer mit demselben Erfolge.

365) Es wurde nun die gesammte Batterie zum Versuch genommen und ihre Ladung (von 50 Umdrehungen der Maschine) durch den Galvanometer gesandt, doch so modificirt, dafs sie zuweilen blofs durch einen feuchten Faden ging, zuweilen durch eine mit destillirtem Wasser angefeuchtete dünne Schnur von 38 Zoll Länge, zuweilen durch eine zwölf Mal dickere Schnur von nur 12 Zoll Länge, und getränkt mit verdünnter Säure (298). Mit der dicken Schnur ging die Ladung auf einmal durch, mit der dünnen Schnur gebrauchte sie eine wahrnehmbare Zeit, und mit dem Faden waren zwei bis drei Secunden erforderlich, bevor das Elektrometer ganz niedersank. Der Strom mufste demnach in diesen drei Fällen ungemein an Intensität verschieden seyn, und doch war die Ablenkung der Magnetnadel in allen fast gleich. Zeigte sich etwa ein Unterschied, so war die Ablenkung bei der dünnen Schnur und dem Faden etwas gröfser. Findet, wie Colladon sagt, eine Seitenfortpflanzung durch die Seide des Galvanometergewindes statt, so mufs diefs so seyn, weil, wenn die Intensität schwächer ist, die Seitenfortpflanzung geringer wird.

366) Hieraus geht hervor, *dafs, wenn die Elektricität in gleicher absoluten Menge durch den Galvanometer*

geleitet wird, wie grofs auch ihre Intensität seyn mag, die ablenkende Kraft auf die Magnetnadel gleich ist.

367) Die Batterie von funfzehn Flaschen wurde nun durch 60 Umdrehungen der Maschine geladen und wie zuvor durch den Galvanometer entladen. Die Nadel wurde nun sehr nahe bis zum elften Theilpunkt abgelenkt, doch war die Theilung nicht so genau, um mich zu überzeugen, dafs der Bogen jetzt gerade doppelt so grofs als zuvor war; dem Auge schien es jedoch so. Wahrscheinlichkeit hat es also, dafs *die ablenkende Kraft eines elektrischen Stroms direct proportional ist der absoluten Menge der durchgegangenen Elektricität*, wie grofs ihre Intensität übrigens auch sey *).

368) Dr. Ritchie hat gezeigt, dafs in einem Fall, wo die Intensität der Elektricität sich gleich blieb, die Ablenkung der Magnetnadel sich direct wie die Menge der durch den Galvanometer geleiteten Elektricität verhielt **). Hr. Harris hat gezeigt, dafs das Vermögen der gemeinen Elektricität, Drähte zu erhitzen, gleich ist bei gleicher Quantität der Elektricität, welche Intensität sie übrigens auch besitze ***).

369) Mein nächstes Ziel war nun, eine Volta'sche Vorrichtung zu erhalten, die gleiche Wirkung wie die eben beschriebene (367) ausüben würde. Ein Platin- und

*) Der grofse und allgemeine Werth des Galvanometers, als eines wirklichen Messers der entweder continuirlich, oder unterbrochen durch denselben geleiteten Elektricität, mufs aus diesen beiden Schlüssen einleuchtend seyn. Der von Ritchie mit Glasfäden construirte Galvanometer (*Phil. Transact.* 1830, *p.* 218, und *Quarterly Journ. of Science N. S. Vol. I p.* 29) scheint in seinem Gebiete nichts mehr zu wünschen übrig zu lassen. [Hrn. Ritchie's Galvanometer unterscheidet sich nur dadurch von einem Nobili'schen mit Doppelnadel, dafs zur Aufhängung dieser ein feiner Glasfaden genommen ist. *P.*]

**) *Quarterly Journ. of Science. N. S. Vol. I p.* 33.

***) *Plymouth Transact. p.* 22.

[illegible] Loch eines Zehi- [illegible] Zolls im Durch- [illegible] befestigt, so [illegible] von fünf [illegible] Zolls [illegible] neben einander herab- [illegible] mit dem Galvanome- [illegible] Säure verdünnt, und, [illegible] diejenige zur [illegible] concentrir- [illegible] bestand. End- [illegible] die Nadel ge- [illegible] zur Linken oder [illegible] war gleich [illegible] Eid auf eine Mi- [illegible] war, ei- [illegible] daß er bei Ein- [illegible] einer gegebe- [illegible] Schwin- [illegible] ward, eine [illegible] hervorbrachte als [illegible] aus der Batterie (363. 364). [illegible] in die [illegible] gebracht worden, [illegible] angestellt.

[illegible] fünf Ach- [illegible] acht Ueberschläge [illegible] wur- [illegible] einige Zeit [illegible] aus der Säure in [illegible] die Mitte [illegible] kehrte [illegible] Seite eben [illegible] und immer [illegible]

371 [illegible] zu urthei- [illegible] (376) als eine An-

näherung annehmen, dafs zwei Drähte, einer von Platin und der andere von Zink, die ein Achtzehntel eines Zolls dick sind, und, in einem Abstande von fünf Sechszehntelzoll, fünf Achtelzoll tief in ein Gemenge von einem Tropfen Vitriolöl und vier Unzen destillirten Wassers von etwa 60° F. Temperatur eingetaucht, und an ihren andern Enden mit einem achtzehn Fufs langen und ein Achtzehntelzoll dicken, als Galvanometergewinde dienenden Kupferdraht verbunden worden sind, eben so viel Elektricität in acht Schlägen meiner Uhr oder in $\frac{8}{1\,5\,0}$ einer Minute liefern, als die durch 30 Umdrehungen einer grofsen sehr wirksamen Elektrisirmaschine (363, 364) geladene elektrische Batterie. Trotz dieses ungeheuer scheinenden Mifsverhältnisses sind die Resultate in völligem Einklange mit denen, welche von der Elektricität bei Variationen der Intensität und Quantität bekannt sind.

372) Um auch für die *chemische Action* einen Vergleichungspunkt zu haben, wurden die Drähte jetzt $\frac{5}{8}$ Zoll tief in die Säure getaucht erhalten, und die Nadel, wenn sie zur Ruhe gekommen, beobachtet; sie stand, so genau als es das unbewaffnete Auge unterscheiden konnte, auf $5\frac{1}{3}$ Theilpunkt. Eine bleibende Ablenkung von dieser Gröfse kann demnach betrachtet werden als Anzeigerinn eines constanten elektrischen Stroms, welcher in acht Schlägen meiner Uhr so viel Elektricität liefert als die elektrische Batterie, geladen durch dreifsig Umdrehungen der Maschine.

373) Folgende Vorrichtungen und Resultate sind aus vielen Erfahrungen ausgewählt. An einem Platindraht, von einem Zwölftelzoll im Durchmesser und 260 Gran wiegend, war das eine Ende eben gemacht, so dafs es eine wohl begränzte Kreisfläche von gleichem Durchmesser mit dem Drahte darbot. Er wurde dann abwechselnd mit dem Conductor der Maschine oder mit dem voltaschen Apparat (369) verbunden, und so, dafs er immer den positiven Pol bildete und zugleich senkrecht

stand, damit er mit seinem ganzen Gewicht auf das angewandte Reagenzpapier drücken möge. Das Reagenzpapier lag seinerseits auf einem Platinspatel, der entweder mit der Ableitung (292), oder mit dem negativen Draht des voltaischen Apparats in Verbindung stand: es war vielfach zusammengelegt und allemal in gleichem Grade mit einer Normallösung von Jodkalium (316) angefeuchtet.

374) Wenn der Platindraht mit dem ersten Conductor der Maschine und der Spatel mit der Ableitung verbunden war, übten 10 Umdrehungen der Maschine eine solche Zersetzungskraft aus, daſs ein blasser runder Jodfleck gleich dem Durchschnitt des Drahts erzeugt wurde; 20 Umdrehungen machten einen dunkleren Fleck, und 30 einen so dunkelbraunen, daſs er auf der zweiten Lage des Papiers sichtbar war. Der Unterschied in der Wirkung durch zwei bis drei Umdrehungen mehr oder weniger konnte mit Leichtigkeit erkannt werden.

375) Draht und Spatel wurden nun mit dem voltaschen Apparat verbunden (369), auch der Galvanometer in die Kette eingeschlossen, und, nachdem der Apparat in ein stärkeres Gemenge, bestehend aus Salpetersäure und Wasser, so weit eingetaucht war, daſs er eine bleibende Ablenkung von $5\frac{1}{2}$ Abtheilungen (372) gab, das vierfache feuchte Papier zwischen Draht und Spatel gebracht. Dadurch nun, daſs das Ende des Drahts von Ort zu Ort auf dem Reagenzpapier verschoben wurde, konnte die Wirkung eines fünf, sechs, sieben und mehre Uhrschläge (369) lang anhaltenden Stroms beobachtet und mit der von der Maschine verglichen werden. Durch vielmalige wechselsweise Wiederholung dieser Vergleichungsversuche wurde beständig gefunden, daſs dieser Normal-Strom der voltaschen Elektricität, acht Uhrschläge lang unterhalten, in seiner chemischen Wirkung gleich war 30 Umdrehungen der Maschine, und sichtlich 28 solcher Umdrehungen übertraf.

376) Hieraus folgt, daſs der elektrische Strom der

normalen voltaschen Batterie, wenn er acht Uhrschläge lang wirkte, sowohl in *magnetischer Ablenkungskraft* (371) als in *chemischer Action* gleich war dem von der Maschine durch 30 Umdrehungen entwickelten.

377) Es folgt ferner, dafs in diesem Falle von elektrochemischer Zersetzung, und wahrscheinlich in allen übrigen Fällen, *die chemische, wie die magnetische Kraft* (366) *direct proportional ist der absoluten Menge von durchgeleiteter Elektricität.*

378) Hieraus ergiebt sich, wenn sie noch nöthig seyn sollte, eine fernere Bestätigung der Identität der gemeinen und voltaschen Elektricität; auch erhellt, dafs die Unterschiede von Intensität und Quantität völlig hinreichend sind, die vermeintlich abweichenden Eigenschaften beider zu erklären.

379) Die Erweiterung, welche ich durch die vorliegende Untersuchung im Stande bin von den die Theorie der elektro-chemischen Zersetzung constituirenden Thatsachen und Ansichten zu machen, werde ich, nebst einigen anderen Punkten der Elektricitätslehre, unverweilt der K. Gesellschaft in einer anderen Reihe dieser Untersuchungen vorlegen *).

*) In einer Schlufsbemerkung zu gegenwärtigem Aufsatz berichtigt Hr. Faraday ein Paar Irrthümer, in welche er in seiner ersten Abhandlung (Art. 78. — Annal. Bd. XXV S. 119) bei Anführung eines früheren Versuches von Hrn. Ampère verfallen ist. Den ersten, dafs es keine Scheibe, sondern ein Streifen von Kupfer gewesen sey, mit dem Hr. Ampère experimentirte, haben wir selbst a. a. O. bereits bemerklich gemacht; den anderen, betreffend die Hrn. Ampère zugeschriebene und als irrthümlich bezeichnete Angabe über die Richtung, welche der frei aufgehängte Reifen unter dem vereinten Einfluls eines voltaschen Stroms und eines Magneten angenommen haben soll, berichtigt Herr Faraday dahin, dafs Herr Ampère selbst, wie er jetzt brieflich von diesem unterrichtet worden, sich nie eine Aeufserung über jene Richtung erlaubt habe, und dafs es nur die irrigen Angaben in der *Bibliothèque universelle* (*T. XXI p.* 48), Hrn. Demonferrand's *Manuel d'Electricité dynamique* (*p.* 173) und

dem *Lycée* (1832, *No.* 36) gewesen seyen, welche ihn verleiteten jene Angabe Hrn. Ampère in den Mund zu legen.

Um den Lesern die Vollständigkeit in Betreff der Verhandlungen über den neuen von Hrn. Faraday in's Daseyn gerufenen Zweig der Elektricitätslehre zu erhalten, wollen wir hier noch bemerken, dafs dieser als Physiker und Chemiker gleich ausgezeichnete Naturforscher in einem Schreiben an Hrn. Gay-Lussac (*Ann. de chim. et de phys. T. LI p.* 404) seine Ansichten zur Erklärung der Erscheinungen des sogenannten Rotationsmagnetismus entwickelt, mehre Irrthümer in den beiden ersten Abhandlungen der HH. Nobili und Antinori (Annalen, Bd. XXIV S. 473 und 621) nachgewiesen, so wie überdiefs die Data der öffentlichen Bekanntmachung seiner und der italienischen Physiker Arbeiten näher beleuchtet hat. Wir glauben uns indefs mit einer blofsen Namhaftmachung dieses Schreibens begnügen zu dürfen, zuvörderst weil, ungeachtet der erste Aufsatz der HH. Nobili und Antinori früher als die ausführliche Abhandlung des Hrn. Faraday erschien, und zwar in einem Hefte der *Antologia di Firenze*, welches auf dem Umschlag als das Novemberheft 1831 bezeichnet ist, dennoch Niemand in Deutschland Hrn. Faraday den Ruhm der alleinigen Entdeckung der Magneto-Elektricität auch nur im Geringsten streitig machen wird; zweitens weil die Irrthümer, welche den HH. Nobili und Antinori nachgewiesen werden (namentlich der auf S. 622 Bd. XXIV d. Annal. angeführte, dafs bei der centralen Stellung des Magneten über der Scheibe in dieser beim Rotiren keine elektrische Ströme erregt würden) von diesen Physikern selbst in ihrer dritten Abhandlung (Annal. Bd. XXVII S. 401), wie uns scheint, genügend berichtigt worden sind; und drittens, weil Hr. Faraday in seiner Erklärung der drei Phänomene des Rotationsmagnetismus wesentlich mit der in der letzt genannten Abhandlung aufgestellten übereinkommt. Ueberdiefs trifft der Vorwurf, den zweiten Aufsatz der HH. Nobili und Antinori mit seinen Irrthümern *nach* der ausführlichen Abhandlung des Hrn. Faraday aufgenommen zu haben, nur die Redaction der *Annales de chimie et de physique.* *P.*

II. *Bemerkungen über die Versuche des Hrn. Lenz in Betreff der Drehungen des Coulombschen Wagebalkens, und Nachricht von den akustischen Versuchen des Hrn. Scheibler. Schreiben des Hrn. Hofrath Muncke an den Herausgeber.*

— Es sey mir erlaubt, Ihnen für Ihre Annalen eine zwar nur kurze, aber nach meiner Ansicht höchst interessante Notiz aus dem Gebiete der Akustik mitzutheilen; zuvor aber halte ich es für eine Verpflichtung gegen das Publicum, einige Bemerkungen über die Versuche des Hrn. Academiker Lenz zu Petersburg (im XXV. Bd. der Annalen, S. 241) vorauszuschicken, woran ich bisher durch die während meiner Krankheit so ausnehmend aufgehäuften Arbeiten gehindert wurde. Aus jenen Versuchen wird nämlich gefolgert, dafs die mehrfach und namentlich auch von mir beobachteten Drehungen eines Coulombschen Wagebalkens durch Luftströmungen hervorgebracht werden. Im Allgemeinen kann man die Möglichkeit einer solchen Ursache und der aus ihr abgeleiteten Wirkungen nicht wohl in Abrede stellen; denn sobald die Luft durch bedeutende Temperaturunterschiede ungleich erwärmt wird, geräth sie, nach den aërostatischen Gesetzen, in Bewegung, und mufs diese dann denjenigen Körpern mittheilen, gegen die sie stöfst, wie schon an sich aus allgemeinen mechanischen Principien folgt. Dafs aber dieser Satz und die von Hrn. Lenz beobachteten Erscheinungen gegen meine Versuche und die aus ihnen abgeleiteten Resultate gar nichts beweisen, dieses scheint mir viel zu augenfällig, als dafs ich die von mir aufgestellten Thatsachen und Folgerungen nochmals ausführlich zu erörtern für nöthig

erachten könnte, weswegen ich mich blofs auf einige allgemeine Bemerkungen beschränke.

Zuvörderst war der von Hrn. Lenz gebrauchte Apparat gar nicht geeignet meine Versuche zu controliren. Derselbe bestand nämlich aus einer Bodenplatte von Pappe, einem hohlen Cylinder von Holz und einer diesen bedeckenden Glasscheibe. Die erstere kann füglich vernachlässigt werden, desto wichtiger ist aber die Betrachtung der beiden übrigen Theile. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dafs das Holz, und zwar vermuthlich in einem nicht unbedeutenden, doch geringerem Grade als das Glas, thermo-elektrisch werde; bei weitem mehr ist dieses aber bei letzterem der Fall, wenn auch die verschiedenen Arten desselben diese Eigenschaft in ungleichem Maafse besitzen. Auf den verhältnifsmäfsig schweren, aus einem Kupferdrahte verfertigten, und an drei vereinten Coconfäden aufgehangenen Wagebalken wirkten also gleichzeitig zwei Kräfte, eine verticale des Glases und eine horizontale des Holzes, wenn wir vorläufig die nach den neuesten Beobachtungen so leicht entstehende thermo-elektrische Erregung in diesen Körpern annehmen. Vorzüglich ist aber hierbei zu berücksichtigen, dafs der hölzerne Cylinder nur 44,5 Millimeter, oder nicht einmal 20 Linien, Höhe hatte, mithin mufste die verticale Wirkung der Glasplatte bei weitem überwiegend seyn. Indem dieser aber allezeit das Gewicht des Wagebalkens entgegenwirkte, so mufsten hieraus nothwendig unordentliche, das Auffinden der eigentlichen Ursache erschwerende Oscillationen entstehen. Aufserdem aber war diese Wirkung gegen eine vergoldete Hollundermarkkugel und den kupfernen Wagebalken gerichtet, über welche sich die erregte Elektricität nach dem Einflusse des Wirkungskreises überall verbreitete. Wenn man daher zugleich berücksichtigt, dafs die drei Coconfäden, obgleich gemeinschaftlich umgeschlungen, doch immer eine für so kleine Gröfsen mefsbare Fläche bedeck-

ten, und es sonach schwer fallen mufste, den metallenen, mit Hollundermarkkugel und Glaskugel voll Quecksilber beschwerten, mithin entweder verhältnifsmäfsig schweren oder sich krümmenden Wagebalken zu heben oder herabzudrücken, so sollte man vermuthen, Hr. Lenz habe die eigentlich zu suchenden horizontalen Schwingungen absichtlich zu vermeiden gestrebt. Hiernach ist es also in der That zu verwundern, dafs die ersten, mit diesem verhältnifsmäfsig gegen die nachherige Vorrichtung feineren Apparate, angestellten Versuche genau mit den meinigen übereinstimmten. Solche Hindernisse voraussehend, wählte ich eine gläserne Halbkugel (deren Höhe jedoch 2 Zoll gröfser als ihr Halbmesser ist) mit einer aufgesteckten gläsernen Röhre, eine nackte, sehr kleine Hollundermarkkugel, einen sehr feinen gläsernen, an einem einzigen Coconfaden balancirten Wagebalken (eine metallene und vergoldete Kugel würde ich bei so feinen elektrischen Versuchen überall verwerfen), und suchte bei genäherten warmen Körpern einen etwa vorhandenen Einfluſs der hölzernen Bodenplatte möglichst zu beseitigen. Die nachher gebrauchten hohlen Cylinder von Eis, Thon und Pappe hatten aber bis 18 und mehr Par. Zoll Höhe, und der Wagebalken schwebte etwas unter der Mitte, um jeden Einfluſs der vertical wirkenden Kräfte zu vermeiden. Hr. Lenz versuchte vergebens bei seinem Apparate Elektricität mittelst eines v. Bohnenberger'schen Elektrometers zu entdecken; allein dieses ist im Allgemeinen nicht zu verwundern, insbesondere aber wenn man berücksichtigt, auf welche Weise von ihm mit diesem Instrumente untersucht wurde. Dafs übrigens das Glas im Allgemeinen, und vermuthlich selbst ohne Ausnahme der minder hierzu tauglichen Sorten, in einem solchen Grade thermo-elektrisch werde, um jedes empfindliche Elektrometer zu afficiren, ist, so viel ich von Andern und aus eigener Erfahrung weifs, überall nicht zweifelhaft, und läfst sich aufserdem selbst durch rohe Ver-

suche leicht erweisen, wenn man eine trockne Glasscheibe über einem Kohlenfeuer oder noch besser an einem heifsen Ofen erwärmt und sogleich auf den Deckel des Elektrometers legt oder einer freischwebenden Flaumfeder nähert. Es ist mir daher auch nicht in den Sinn gekommen, dieses als etwas neu Entdecktes durch meine in Rede stehenden Versuche darzuthun, wohl aber suchte ich zu beweisen, dafs sehr geringe, nur wenige Grade betragende, ja selbst thermoskopisch nicht unmittelbar mefsbare Wärmeströmungen diese verschwindend feine Thermo-Elektricität vermuthlich bei allen Körpern, obgleich in einem allerdings sehr ungleichen Grade, hervorrufen. Aus diesem Grunde steigerte ich die kleinsten Wärmeströmungen von Stufe zu Stufe allmälig so weit, bis das Hollundermarkkügelchen an die Wandung anschlug, um gewifs zu seyn, dafs die sämmtlichen von mir und Andern beobachteten, allerdings räthselhaften und daher so oft unrecht erklärten, Erscheinungen von nichts anderem als von vorhandener Elektricität herrührten. So brachte namentlich eine auf 2 Par. Fufs genäherte einzige Kerzenflamme keine mit gewöhnlichen Thermometern mefsbare Wärmedifferenz hervor, folglich sicher auch keine Strömungen in einer ringsum eingeschlossenen Luftmasse, setzte aber dennoch den von mir gebrauchten Wagebalken in Bewegung mit einer Kraft, die schwerlich überall berechnet werden kann, wenn man berücksichtigt, dafs blofs die Trägheit desselben in der so bedeutend langen Zeit, die zu seiner Drehung erfordert wurde, überwunden werden mufste, in sofern als ausgemacht anzunehmen ist, dafs ein einfacher Coconfaden der Drehung keinen mefsbaren Widerstand entgegensetzt. Eine Vergleichung dieser Versuche, mit denen des Herrn Lenz, wird hoffentlich den Unterschied beider nicht lange zweifelhaft lassen.

Später hing Hr. Lenz seinen Wagebalken an einen Silberfaden (wie fein ist nicht angegeben) auf; allein es

unterliegt keinem Zweifel, dafs die von mir bemerkten thermo-elektrischen Kräfte einen solchen Faden überall nicht zu drehen vermögen, und da sie demnach gegen die durch die Luftströmungen bewirkten verschwinden mufsten, so gehören die mit diesem Apparate angestellten Versuche gar nicht zur Untersuchung des fraglichen Gegenstandes, sondern beweisen blofs, dafs die Bewegungen der ungleichmäfsig erwärmten Luft auf leicht bewegliche Körper wirken, was schon an sich keinem Zweifel unterliegt, in sofern aber gerade jetzt nützlich seyn kann, als dadurch zur Vermeidung möglicher Irrthümer Vorsicht bei thermo-elektrischen Untersuchungen dieser Art räthlich wird.

Die von mir gebrauchten Apparate und die damit erhaltenen Resultate sind so deutlich beschrieben, dafs ich im Wesentlichen nichts weiter hinzusetzen kann. Jeder Physiker, welcher die Versuche und die angegebene Weise wiederholt, wird das Nämliche finden, was Fresnel, Pouillet und Andere aufser mir bereits gefunden haben. Wenn Jemand aber vorzieht anzunehmen, die ausnehmend langsame Drehung des Wagebalkens durch einen Bogen von 90 Graden gegen eine zwei Par. Fufs entfernte Kerzenflamme (die ein gewöhnlich feines Quecksilberthermometer in gleicher Entfernung gar nicht wahrnehmbar afficirt) und das nachherige Feststehen in dieser Richtung werde durch Luftströmungen im verschlossenen Raume der gläsernen Halbkugel bewirkt, so scheint es mir am besten, hierüber gar nicht zu streiten. Die Längen der Hebelarme des von Hrn. Lenz gebrauchten Wagebalkens verhielten sich wie 6,7 zu 1, und er glaubt sonach nicht mit Unrecht, dafs die letztere Gröfse gegen die erstere in Beziehung auf die den Hebel bewegende Ursache als verschwindend vernachlässigt werden könne. Indem aber durch die übereinstimmenden Versuche von Fresnel, Pouillet und meine eigenen erwiesen ist, dafs die Drehungen bei einer 400fachen Verdünnung eben

so als in der atmosphärischen Luft erfolgen, so versteht sich wohl von selbst, dafs das Verhältnifs von 400 zu 1 mit weit gröfserem Rechte zu vernachlässigen sey, mithin von wirksamen Strömungen einer so stark verdünnten Luft überall die Rede nicht seyn könne, und daher eine andere Ursache gesucht werden müsse, die Fresnel in einer absoluten Repulsivkraft der Wärme zu finden glaubte. Man hat zwar gesagt, dafs mit der Luftverdünnung zugleich der Widerstand abnehme, welchen dieses Fluidum dem bewegten Wagebalken entgegensetze, und daher die Bewegungen im luftverdünnten Raume leichter erfolgen könnten; allein nicht zu gedenken, dafs doch auf allen Fall eine bewegende Ursache vorhanden seyn mufs, sobald eine ihr proportionale Bewegung durch sie erzeugt werden soll, darf nicht übersehen werden, dafs bei einer durch die bewegte Luft selbst veranlafsten Bewegung von einem Widerstande derselben so lange die Rede gar nicht seyn kann, als die Bewegung des Körpers langsamer geschieht als die der Luft selbst.

Zwei von mir gebrauchte Apparate von Glas, der erste ursprünglich beobachtete und ein später für die Luftverdünnug eingerichteter, desgleichen der aus Töpferthon verfertigte, sind noch vorhanden, und verschiedene Physiker haben seitdem die Erscheinung bei mir gesehen, aber alle haben sie für entschieden elektrisch erklärt. Am vollständigsten sind sie durch Capitain Kater beobachtet, welcher ihnen bei seinem längeren Aufenthalte mehr Zeit widmete, als durchreisende Fremde auf eine einzelne Thatsache meistens verwenden können. Es wurde nie eine höhere Temperatur angewandt, als die durch den genäherten menschlichen Körper oder insbesondere durch die an den Apparat gelegte, zuweilen ihn kaum berührende Hand mitgetheilte. Capitain Kater fand noch ein sehr entscheidendes Argument für die Richtigkeit der von mir gegebenen Erklärung auf, nämlich dafs stets nur die Hollundermarkkugel, selbst aus einem Abstande von 180

Graden, von der erwärmten Stelle des Glases angezogen wird, und niemals das andere Ende des Wagebalkens, welches zwar zufällig bei diesem Apparate etwas kürzer ist, bei allen anderen aber gleich lang war, und in jedem Falle der strömenden Luft durch das daran klebende Blattgold mehr Fläche darbietet als das kleine Kügelchen. Allerdings führen die Resultate dieser Beobachtung zu sehr wichtigen Folgerungen, die man zwar aus anderen Gründen bereits abgeleitet hat, die aber früher noch nicht durch directe Versuche factisch dargethan waren. Es ist daher sehr wünschenswerth, dafs die Physiker sie wiederholen, wenn sie nicht ohnehin den Angaben der zahlreichen Beobachter Glauben beimessen, oder die von mir gegebene Erklärung in Zweifel ziehen; aber dann müssen die Apparate nothwendig zweckmäfsig eingerichtet seyn, um falsche oder zweideutige Resultate zu vermeiden.

Zur Vervollständigung des Ganzen glaube ich übrigens nur noch Folgendes hinzusetzen zu müssen: 1) Es hat sich allerdings bestätigt, dafs die von mir zu den Versuchen gewählten Körper, selbst auch das Glas, im Zustande mäfsiger Feuchtigkeit leichter thermo-elektrisch erregt werden als bei vollkommener Trockenheit. Seitdem nämlich die hölzerne Bodenplatte des zuerst beobachteten Apparates ausgetrocknet ist, zeigt sich die gläserne Halbkugel desselben weniger empfindlich als vorher, selbst wenn damals ein feiner Dunst-Niederschlag auf den inneren Wandungen derselben sichtbar war. Die bereits früher bemerkte Abnahme der Empfindlichkeit, namentlich des gläsernen Apparates, kann nach den bis jetzt fortgesetzten Beobachtungen nicht wohl einer anderen Ursache beigelegt werden. 2) Die Empfindlichkeit eben dieses Apparates ist, abgesehen von dem eben Erwähnten, zu verschiedenen Zeiten bedeutend ungleich, und insbesondere scheint er nach anhaltendem heiteren Wetter unempfindlicher zu werden, was so weit geht, dafs der Wagebalken durch eine selbst einige Zeit un-

unterbrochen fortgesetzte Berührung mit der jedoch nur mäfsig warmen und trocknen Hand kaum einige Grade von der Richtung abweicht, in welcher man ihn trifft, und meistens bald wieder zu derselben zurückkehrt. Dieses war namentlich der Fall, als der Hr. Staatsrath Pfaff aus Kiel mich im October vorigen Jahres durch seinen Besuch erfreute, so dafs ich diesem bei der Kürze seines Aufenthaltes die Erscheinungen gar nicht vollständig zeigen konnte. Einige Monate früher sah dagegen unter Andern namentlich Hr. Dr. Bunsen aus Göttingen, dafs das Hollunderkügelchen der warmen Hand sehr bald nach allen Seiten hin folgte, wenn man dieselbe auch nur sehr kurze Zeit an die gläserne Halbkugel legte. Uebrigens mufs ich bemerken, dafs ich die Dauer solcher Berührungen nie bis zu einer einzigen Minute ausdehne, da ich ohnehin gewohnt bin, die Drehung des Wagebalkens sogleich nach wenigen Secunden beginnen zu sehen. Wollte man das ganze Phänomen aus Luftströmungen erklären, so wäre diese Ungleichheit unbegreiflich, betrachtet man dasselbe aber als ein thermo-elektrisches, so ist sie sehr natürlich, denn das Hollundermarkkügelchen kann nicht wohl durch die allezeit nur schwache elektrische Erregung, welche die warme Hand verursacht, insbesondere wenn sie in einem gröfseren Abstande von demselben das Glas berührt, abgelenkt werden, sobald sie durch eine bereits thermo-elektrisch erregte Stelle auch nur unmerklich angezogen wird, zu welcher sie daher nach einigen Schwankungen wieder zurückkehrt. Dieses stimmt mit Folgendem genau überein. 3) Will man den Wagebalken nach entgegengesetzten Seiten abwechselnd nach der einen und dann nach der andern ablenken, so mufs die Berührung mit der Hand nur wenige Secunden dauern, weil sonst die berührte Stelle zu sehr thermo-elektrisch erregt wird, von welcher man nachher das Kügelchen nicht wieder abzulenken vermag. Diese Regel verdient vorzüglich beachtet zu werden, wenn man in kurzen Zeit-

intervallen die wechselnden Schwankungen des Wagebalkens zeigen will, aber auch diese Erscheinung beweiset augenfällig für die Erregung der Elektricität und gegen das Vorhandenseyn von Luftströmungen.

Den Vorschlag, zu diesen Drehungsversuchen einen hohlen metallenen Cylinder zu wählen, könnte ich ohne bedeutende Schwierigkeit ausführen, und werde dieses auch zur Vervollständigung des Ganzen gelegentlich thun, bin aber im Voraus überzeugt, dafs auch die Metalle in einem gewissen, und selbst vielleicht nicht ganz geringem Grade thermo-elektrisch erregt werden, so dafs also die aufgeworfenen Zweifel hierdurch nicht beseitigt werden könnten. Die thermo-elektrische Erregung der Metalle ist ohnehin bereits genugsam erwiesen, und dafs schwache Spuren der Elektricität sich nicht sofort durch die ganze Masse der Metalle verbreiten, geht sowohl aus diesen Versuchen im Allgemeinen, als insbesondere auch aus den bekannten Beobachtungen von de la Rive, Berzelius, Pfaff, Wetzlar und Anderer hervor. Wenn man übrigens alle die angegebenen Gründe gehörig würdigt, insbesondere die von drei glaubhaften Beobachtern einstimmig bezeugte Thatsache, dafs die Drehungen in einem bedeutend luftverdünnten Raume sich gleichfalls unverändert zeigen, wenn man die eigenthümliche Beschaffenheit der Oscillationen, die man freilich gesehen haben mufs, um sie unbedingt für elektrisch zu erklären, das von mir beobachtete Anschlagen des Hollundermarkkügelchens an die Wandung des Glases, endlich aber noch den Umstand berücksichtigt, dafs durch Luftströmungen erzeugte Schwankungen bei allen Substanzen an Stärke einander gleich seyn müfsten, statt dafs die in Rede stehenden nach der Beschaffenheit der Körper so auffallend verschieden sind, kurz wenn man die Summe aller übereinstimmenden Beweise zusammennimmt, so begreife ich in der That nicht, wie noch irgend ein Zweifel über die Richtigkeit der gegebenen Erklärung obwalten kann.

Die Reihe von Untersuchungen, worüber ich Ihnen die oben erwähnte kurze Nachricht mitzutheilen mir erlauben wollte, hat bei mir ein lebhaftes Interesse erregt, und ich mufs voraussetzen, dafs dieses auch bei anderen Physikern der Fall seyn wird. Das Ganze ist von etwas gröfserem Umfange, und ich mufs daher eine erschöpfende Darstellung bis auf eine gelegenere Zeit versparen, obgleich ich bereits im Besitze aller dazu gehörigen Materialien bin.

Im verflossenen October besuchte mich Hr. Scheibler, Kaufmann aus Crefeld, und erzählte, dafs er ein Mittel aufgefunden habe, die zur Erzeugung irgend eines Tones erforderliche Anzahl von Schwingungen bis auf 0,1 einer einzigen Vibration mit vollkommener Genauigkeit aufzufinden. Da ich bald gewahr wurde, dafs er mit den Schwingungen der Stäbe nach Chladni und dem Gebrauche der Sirene von Cagniard de La Tour, die man zu diesem Behuf anwendet, genau bekannt war, diese aber aus triftigen Gründen als unzulässig verwarf, so wurde ich auf seine Beobachtungen aufmerksamer, und er hatte die Gefälligkeit, mir sogleich eine zur Uebersicht des Ganzen genügende Reihe von Versuchen zu zeigen. Hierbei war es mir höchst interessant, den Weg kennen zu lernen, auf welchem dieser sinnreiche und beharrliche Forscher durch funfzehnjährige Untersuchungen zu dem verlangten Resultate gekommen war. Bei demjenigen Versuche übrigens, welchen wir gemeinschaftlich anstellten, und wobei das von ihm etwas abgeänderte Mälzel'sche Metronom nach den Pendelschwingungen meiner astronomischen Uhr genau abgerichtet wurde, betrug der Beobachtungsfehler, im Maximum genommen, nicht mehr als 0,13 Schwingungen. Durch folgende kurze Andeutungen hoffe ich das Wesentliche seiner Entdeckung und Verfahrungsart, die ich in dieser Bestimmtheit und Ausdehnung für neu halte, klar zu machen.

Wenn grofse Glocken tönen, so nimmt man neben

dem eigentlichen Tone eine wellenartige Fortschreitung des Schalles wahr, deren Hebungen und Senkungen, oder, wenn man lieber will, deren Wachsen bis zu einem Maximum und Abnehmen bis zum Minimum in gleichen Zeitintervallen auf einander folgen. Man nimmt diese Erscheinung beim Läuten jeder grofsen Thurmglocke wahr, kann sie jedoch auch mit etwas grofsen, etwa 12 Zoll im Durchmesser haltenden, dünnen Glasglocken nach Willkühr hervorrufen, wenn man diese durch Anschlagen mit dem Knöchel zum Tönen bringt. Der um die Akustik so hochverdiente Chladni scheint mir dieses eigenthümliche Phänomen, wovon er in seinem klassischen Werke, §. 188, redet, nicht bestimmt und umfassend genug aufgefafst zu haben, weil er dasselbe blofs im Allgemeinen auf das Mifsklingen eines tieferen Tones zurückführt; ungleich bestimmter ist dieses dagegen durch den Kapellmeister Sarti in Petersburg geschehen, welcher jedoch die Sache nicht erschöpfend behandelt hat. Hr. Scheibler lernte die Angaben dieses seines Vorgängers erst später kennen, nachdem er durch das Bestreben, eine absolute Reinheit der Stimmung eines Instrumentes zu erhalten, auf die Benutzung dieser wellenartigen Fortschreitungen, die Sarti Stöfse (*battements*) genannt hat, geführt war, und diese demnächst zur Bestimmung der absoluten Menge von Schwingungen eines gegebenen Tones benutzte, die durch Sarti nur im Allgeueinen angedeutet war, von den späteren Akustikern aber nicht weiter zu diesem Zwecke gebraucht wurde *). Eben

*) Der geehrte Hr. Verfasser entschuldige die Bemerkung, dafs diese Aeufserung doch wohl zu allgemein sey. Prof. Weber hat in seinem Aufsatz über die Compensation der Orgelpfeifen (Annal. Bd. XIV S. 399) sehr bestimmt auf den Nutzen der *Schwebungen* für die Zählung der Schwingungen hingewiesen, und späterhin (Annal. Bd. XX S. 177) dieselben auf eine sehr scharfsinnige Weise zur Bestimmung der specifischen Wärme der Metalle angewandt. — Die Art, wie Hr. Scheibler die Schwebungen oder Stöfse erklärt und in seiner lithographirten Ankün-

diese Stöfse bemerkt man, wenn gleichzeitig zwei Töne, z. B. der Stimmgabeln, einige Zeit anhaltend gehört werden, und ihre Zahl ist in gleichen Zeiträumen um so gröfser, je verschiedener beide Töne sind. Hr. Scheibler erklärt diese Stöfse sehr einfach und natürlich aus dem Zusammentreffen der Schwingungen, die sich wie die Coincidenzen zweier Pendel allmälig weiter von einander entfernen und nach dem Maximum ihrer Entfernung einer abermaligen Coincidenz wieder nähern müssen, bis diese dann wirklich erfolgt, und die Empfindung des wellenartigen Stofses giebt. Zu besserer Versinnlichung sind auf einem mir mitgetheilten lithographirten Blatte die wellenartig fortschreitenden Vibrationen, und die hieraus nothwendig folgenden Coincidenzen, desgleichen die vom Minimum bis zum Maximum wachsenden Anschwellungen als Ursachen der empfundenen Stöfse graphisch dargestellt, und daneben ist folgendes Beispiel als Erläuterung beigefügt. Man nehme an, dafs zwei Töne gleichzeitig gehört werden, deren einer 120, der andere 128 Schwingungen in einer Sexagesimalsecunde hat, so ist die Zahl 8 der gemeinschaftliche Theiler beider Zahlen, welcher, mit 15 multiplicirt, 120, und mit 16 multiplicirt, 128 giebt. Wenn also ihre Vibrationen gleichzeitig beginnen, so werden die des ersteren Tones zunehmend hinter denen des ersteren zurückbleiben, bis die 15te des ersten und die 16te des letzteren sich im weitesten Abstande von einander befinden, und der wellenartige Schall sein Minimum, man darf sagen den tiefsten Punkt erreicht hat.

digung (die auch mir vor längerer Zeit zugekommen ist) durch eine Zeichnung versinnlicht, weicht, so weit ich sehen kann, von der herkömmlichen Theorie nicht ab, und ist folglich all den Einwürfen ausgesetzt, welche Hällström in seinem Aufsatz über die Tartinischen Töne (Annal. Bd. XXIV S. 438) so gründlich entwickelt hat, ohne indefs die Schwierigkeit zu heben, die dadurch in die Theorie der eben genannten Töne eingeführt wird, wie noch neuerlich Prof. Weber gezeigt hat (Ann. Bd. XXVIII S. 10). P.

Von hier an werden sie sich einander wieder nähern, bis die 30ste des ersten und die 32ste des letzteren zusammenfallen, also die Welle den höchsten Punkt erreicht hat, und das Ohr den Stofs wahrnimmt. Diese beiden Töne geben demnach acht Uebergänge vom Maximum zum Minimum und umgekehrt, folglich vier Wechsel des Maximums, oder vier vollständige Coincidenzen oder vier Stöfse.

Bei guten Stimmgabeln, deren Stiel man zu gröfserer Bequemlichkeit und zur Erhaltung eines dauernd gleichmäfsigen Tones am vortheilhaftesten in ein festgeschrobenes Brett stecken mufs, kann das Ohr leicht die wechselnden Stöfse verfolgen, und nach einem gleichzeitig beobachteten Metronom zählen, dessen Schwingungen mit denen eines richtigen Secundenpendels verglichen, genau die Zahl der Stöfse zweier Töne in einer Secunde angeben. Wer nur einige Uebung im Experimentiren hat, wird durch die Leichtigkeit dieser Versuche, und insbesondere durch Sicherheit und Schärfe in der Bestimmung der Zeitintervalle, worin die Stöfse auf einander folgen, wahrhaft überrascht werden. Man übersieht aber augenblicklich, dafs aus der Zahl der Stöfse, welche verschiedene zu je zwei mit einander verglichene Töne (deren Intervalle durch das Gehör bestimmt werden, so dafs man unter Voraussetzung vollkommener Reinheit das Verhältnifs ihrer Schwingungsmengen genau kennt) in gleichen Zeiträumen geben, die absolute Menge der Vibrationen, die zur Erzeugung eines jeden dieser Töne erforderlich sind, mit einer Genauigkeit gefunden werde, die der Zeitbestimmung für die Intervalle der Stöfse proportional ist. Zur Einheit der Zeit wählt man am besten die Minute, richtet das Metronom so ein, dafs in mehreren Folgen eine gewisse Menge von Stöfsen zu einer Schwingung desselben gehören, und vergleicht demnächst die Zahl seiner Schwingungen mit denen eines richtigen Secundenpendels. Schon aus diesen allgemeinen Andeutungen geht hervor,

dafs diese Methode zur Auffindung der Vibrationsmengen der untersuchten Töne eine ausnehmende Genauigkeit gewähren müsse. Uebrigens zeigt sich bald, dafs auch ein geübtes Ohr nicht im Stande sey über absolute Reinheit der Töne zu entscheiden, denn wenn man durch die Methode der Stöfse zwei anscheinend unison klingende Stimmgabeln prüft, so gewahrt man dennoch nicht selten oder allezeit eine Verschiedenheit derselben, wie namentlich aus einer später mitzutheilenden Bestimmung evident hervorgeht.

Dieser geometrische Theil der Aufgabe, zu dessen Lösung Hr. Scheibler eine Art regula falsi angewandt hat, läfst sich in gröfster Einfachheit und zur bequemen Uebersicht des dabei so leicht erreichbaren hohen Grades von Genauigkeit vorstellbar machen, wenn man nur berücksichtigt, dafs die im Beispiele angenommene Zahl von 128 Vibrationen, welche mit der eines anderen Tones von 120 Vibrationen 4 Stöfse in einer Secunde giebt, mit 118 deren 5, mit 116 aber 6, mit 114 schon 7 und mit 112 sogar 8 Stöfse in einer Secunde erzeugt. Hr. Scheibler hat das Problem indefs in seinem ganzen Umfange erschöpfend untersucht, zu diesem Ende die Schwingungen des Secundenpendels einer genauen, im ganzen Jahre weniger als drei Minuten abweichenden Uhr benutzt, und für die Intervalle zwischen *a* und ā nicht weniger als 52 vorzüglich rein und anhaltend tönende Stimmgabeln hergerichtet, die ihm die Versuche nicht blofs oft zu wiederholen gestatten, sondern in deren Behandlung er auch eine unglaubliche Fertigkeit besitzt, so dafs er einem jeden Physiker oder Dilettanten sofort die zur Begründung des aufgefundenen Gesetzes erforderlichen Erscheinungen mit Leichtigkeit zeigen kann. Auf diese Weise hat er dann auch folgende Bestimmungen aufgefunden, deren vorläufige Mittheilung nicht ohne Interesse seyn dürfte. Um die Bestimmung der absoluten Zahl von Schwingungen, die zur Erzeugung der Töne

erfordert werden, auf bestehende Stimmungen zurückzuführen, wobei man gegenwärtig in der Regel die des Conservatoriums in Paris zu wählen pflegt, verschaffte sich Hr. Scheibler auf meinen Rath von dorther vier genau geprüfte Stimmgabeln, so weit das Ohr geübter Künstler hierüber zu bestimmen vermag, sämmtlich für das hierzu einmal angenommene ā der Orchester, und diese gaben folgende Schwingungszahlen:

No. 1.	Des Orchesters der Opera	853,47
- 2.	Desgleichen	867,47
- 3.	Des Conservatoire, Concert	869,85
- 4.	- - Oper. Ital.	881,40
Eine früher aus Paris erhaltene		878,67
Die zur Reihe der Stimmgabeln gehörige		878,67

Die vier Pariser Stimmgabeln zeigen also einen Unterschied von 28 Vibrationen in einer Secunde. Nimmt man das arithmetische Mittel aus der höchsten und tiefsten dieser Stimmgabeln, nämlich $\frac{853{,}47 + 881{,}4}{2}$, so gehört für ā in mittlerer Stimmung die Zahl von Vibrationen =867,43, so dafs die Gabel No. 2 des Orchesters der Opera gerade diese mittlere Stimmung zwischen beiden hat. Es verhalten sich aber die Schwingungsmengen des ā zu denen des folgenden Tones $\overline{\text{h}}$ wie $\frac{5}{3} : \frac{15}{8}$, wonach letzterer Ton 975,83 Schwingungen haben müfste. Der Unterschied beider, nämlich 975,83 — 867,43 beträgt aber 108,4 Schwingungen, und da $\frac{108{,}4}{28}$ beinahe 4 geben, so beträgt der Unterschied beider Stimmungen nahe genau 0,25 Ton, welcher allerdings durch das blofse Gehör wahrnehmbar ist, und empfunden werden mufs. Ganz anders verhält es sich aber mit beiden zur Opera gehörigen Gabeln. Diese haben nämlich nur einen Unterschied von 14 Vibrationen; die mittlere Zahl der Schwingungen dieses Tones ist 860,47 und hiernach die des folgenden Tones 968,03, so dafs der Unterschied beider fast 108 Vibrationen be-

trägt, welche, durch 14 getheilt, nahe genau 8 giebt, und also nur $\frac{1}{8}$ des Ganzen beträgt.

Bei sechs anderen Stimmgabeln aus Wien, worunter No. 5 vom Professor Blahetka erhalten war, sind die Vibrationen:

No.	1.	867,33
-	2.	872,67
-	3.	878,30
-	4.	880,20
-	5.	880,67
-	9.	889,74.

Die gröfste Differenz bei diesen sechs Stimmgabeln beträgt also nur 22,4 Schwingungen, im Ganzen ist also die Wiener Orchester-Stimmung etwas höher und gleichförmiger als die Pariser. Uebrigens geben auch Stimmgabeln des nämlichen Tones zuweilen das Phänomen der Stöfse, wenn sie nicht hinlänglich unisón gestimmt sind. Nimmt man z. B. die beiden des Conservatoire von 869,85 und 881,40 Schwingungen, so ist der gemeinschaftliche Theiler dieser beiden Zahlen =15, und sie würden also 7,5 Stöfse in einer Secunde oder 15 Stöfse in zwei Secunden geben.

Die oft wiederholten Versuche mit verschiedenen Stimmgabeln haben beiläufig zu einer Beobachtung geführt, welche mir der Beachtung sehr werth scheint, unter der mir nicht zweifelhaften Voraussetzung, dafs die Thatsache keinen gegründeten Zweifeln unterliege. Sollen zwei Stimmgabeln zur Ausmittlung der Zahl ihrer Vibrationen mit einander verglichen werden, so ist es nothwendig, dafs ihre Temperaturen gleich seyen; denn es versteht sich von selbst, dafs die Veränderungen der Wärme für so feine Bestimmungen merkliche Unterschiede der Schwingungszahlen herbeiführen. Herr Scheibler wendet daher die gröfste Vorsicht an, um seine Stimmgabeln bei gleicher Temperatur zu erhalten, sobald es auf Versuche zur Ausmittlung der absoluten Mengen von Schwin-

Schwingungen ankommt. Wenn man aber von zwei genau geprüften Stimmgabeln die eine durch längere Berührung mit der warmen Hand, durch das Einstecken in den Aermel des Rockes oder auf sonstige Weise nur um wenige Grade erwärmt, so verändert sich die Zahl der Stöfse, zum Beweise, dafs die Mengen der Vibrationen nicht mehr dieselben sind. Legt man beide zum Versuche benutzte und mit einander verglichene Stimmgabeln dann neben einander, etwa auf einen Tisch, so verschwindet zwar nach weniger als etwa 30 Minuten bis einer Stunde der Unterschied ihrer Temperaturen für gewöhnliche thermoskopische Messungen, der Unterschied ihrer Vibrationsmengen bleibt aber im verminderten Grade bis zum folgenden, ja mitunter selbst bis zum zweitfolgenden Tage wahrnehmbar. Dieses Phänomen läfst sich auf zweierlei Art erklären und mit anderweitig bekannten Gesetzen in Uebereinstimmung bringen. Zuerst darf angenommen werden, dafs die durch Wärme veränderte Lage der Elemente des Stahls erst nach längerer Zeit und allmälig zur ursprünglichen zurückkehrt, wonach diese Erscheinung derjenigen ähnlich wäre, die man beim Glase der Thermometerkugeln wahrgenommen und zur Erklärung der Erhöhung des Gefrierpunktes benutzt hat. Zweitens aber folgt schon aus dem Newton'schen Gesetze, dafs die Entweichung der letzten Antheile von Wärme eine bedeutend lange Zeit erfordert, die sich leicht bis auf mehr als einen Tag erstrecken könnte, wenn die Menge der noch vorhandenen Wärme geringer ist, als dafs sie auf gewöhnliche Weise thermoskopisch wahrnehmbar seyn sollte. Beide Principien fallen mit einander dem Wesen nach zusammen, jedoch müfste wohl der zuerst genannte Grund zur Erklärung des vorliegenden Phänomens zunächst in Anspruch genommen werden.

Heidelberg, den 18. März 1833.

G. W. Muncke.

Nachschrift.

Die vorstehenden Bemerkungen hatte ich niedergeschrieben, wurde aber an ihrer Absendung gehindert, als ich schnell den Entschluſs faſste, einige Wochen der Osterferien in Paris zuzubringen, um die daselbst vorhandenen reichen Schätze von alten und neuen, in der Geschichte der Wissenschaft zu klassischem Ansehen gelangten, physikalischen Apparaten kennen zu lernen, und mit dem neuesten Zustande der Physik wo möglich noch genauer bekannt zu werden, als durch das Lesen der Zeitschriften geschehen kann. Dort hatte ich Gelegenheit einigen Versuchen von Becquerel beizuwohnen, in denen er kleine Stangen von hartem, wenig Kali haltendem Glase, durch Erhitzung der in einer Campane eingeschlossenen Luft bis nahe an den Siedepunkt, nicht bloſs elektrisch, sondern selbst polarisch machte. Aus diesen höchst interessanten Erscheinungen folgt also gleichfalls die von mir behauptete, und hier auf einem ganz anderen Wege gefundene thermo-elektrische Eigenschaft des Glases ganz unwidersprechlich, und ich muſs daher wiederholen, daſs Hr. Lenz, indem er dieses nicht finden konnte, entweder mit ungenügenden Instrumenten oder mit nicht hinlänglicher Genauigkeit untersuchte. Die in Becquerel's Versuchen wohl ohne Ausnahme stattfindenden Drehungen der kleinen, an Coconfäden aufgehangenen, gläsernen Wagebalken, die offenbar durch die Strömungen der erhitzten Luft erzeugt werden, unterscheiden sich übrigens so sehr von der durch mich beobachteten, daſs beide gar nicht verwechselt werden können. Bei jenen Versuchen geschieht die Umdrehung mehrmals und ungleich, oft bedeutend lange Zeit anhaltend, bald nach der einen, bald nach der entgegengesetzten Seite, bei den meinigen wendet sich das Hollundermarkkügelchen aus jeder seiner Lage auf dem kürzesten Wege nach der erwärmten Stelle hin, und steht daselbst sogleich unbeweglich still,

läfst sich auch eine geraume Zeit lang durch Erwärmung einer andern Stelle von der ersteren nicht entfernen; blofs bei starker Erwärmung und unter sonst günstigen Umständen wendet es sich schnell nach der erhitzten Stelle, oscillirt mehrmals um dieselbe abwechselnd und regellos umkehrend, bald in verticaler, bald in horizontaler Richtung, und schlägt nicht selten gegen die Wandung des Glases, woran es dann meistens hängen bleibt. Wie es also nur möglich seyn könnte solche Bewegungen von Luftströmungen abzuleiten, dieses wird mir, je öfter ich dieselben beobachte und je länger ich darüber nachdenke, stets unbegreiflicher.

Ueber das erwähnte akustische Problem hätte ich gern mit Savart geredet, welcher der Akustik mit so glänzendem Erfolge viele Zeit und Mühe gewidmet hat, allein es war mir nicht möglich diesen Gelehrten zu einer ihm gelegenen Zeit zu treffen. Dagegen habe ich mich mit Hrn. Dulong ausführlich darüber unterhalten, und verdanke seiner gründlichen Gelehrsamkeit und zuvorkommenden Freundlichkeit nicht blofs in Beziehung auf diesen Gegenstand, sondern zugleich auch in manchen andern Stücken vielfache Belehrung. Namentlich zeigte er mir unter andern, wie man vermittelst einer kleinen Orgel und der Sirene die Zahl der Vibrationen eines Tones allerdings mit grofser Genauigkeit bestimmen könne; allein wenn ich die durch Hrn. Dulong und die durch Hrn. Scheibler, von beiden meisterhaft, angestellten Versuche mit einander vergleiche, so kann ich doch nicht umhin, den Stimmgabeln einen bei weitem überwiegenden Vorzug beizumessen, welcher vornehmlich darauf beruht, dafs die durch die letzteren erzeugten Töne ungleich schärfer sind, und bei weitem genauer durch das Gehör unterschieden werden können, als die der Orgelpfeifen. Wichtiger aber war die Behauptung, die der gelehrte Dulong mit völliger Gewifsheit aussprach, dafs Sauveur bereits die Stöfse nicht blofs gekannt, sondern

auch zur Bestimmung der Zahl von Vibrationen, die einen gewissen Ton bilden, benutzt habe; bei dieser Behauptung blieb Dulong auch dann noch, als ich entgegnete, dafs Chladni bei seiner sonstigen so grofsen Vollständigkeit allerdings Sarti, aber nicht Sauveur an der Stelle nenne, wo er von den Stöfsen handelt *).

Gleich nach meiner Rückkehr habe ich die Sache genauer untersucht, und gefunden, dafs Chladni allerdings in der französischen Ausgabe seiner Akustik, *p.* 253, folgendes sagt: »Sauveur *a proposé de se servir de ces battemens pour trouver les nombres absolus des vibrations, en comparant l'intervalle des sons de deux tuyaux d'orgue, avec l'intervalle du tems, qui s'ecoule entre deux battemens.* Sarti *a fait des expériences semblables en présence de l'Academie Imperiale de Petersbourg* 1796.« Chladni hat also diese, in der deutschen Ausgabe fehlende Notiz vermuthlich erst in Paris aufgefunden; es ist aber merkwürdig, dafs er ganz gegen seine sonstige Gewohnheit die Quelle, woraus er schöpfte, nicht angiebt, auch zeigt sich deutlich aus der ganzen Darstellung, dafs er das eigentliche Phänomen, warum es sich handelt, nicht genau kannte, und mit der Erzeugung eines tieferen Tones durch das Zusammenfallen der Vibrationen zweier hohen Töne verwechselte. Hr. Dulong hatte ferner die Güte, mir die Stöfse zweier wenig verschiedenen Orgelpfeifen zu zeigen, und diese hat vermuthlich auch Chladni gekannt; allein sie geben blofs ein widerliches Geräusch, ein Brummen, und stehen den wellenartig wiederkehrenden, durch zwei Stimmgabeln erzeugten, an Reinheit und Bestimmtheit weit nach, selbst

*) Es ist in der That merkwürdig, wie wenig diese Arbeit von Sauveur genau bekannt geworden ist. L. Euler, welcher davon redet, giebt den Inhalt nicht genau an, und selbst der sonst so fleifsige Gehler im Th. IV S. 377 seines Wörterbuches zeigt, dafs er die Abhandlung nicht selbst gelesen oder gerade das Wesentlichste derselben übersehen hat.

auch denen, die man beim Tönen einer dünnen und grofsen Glasglocke wahrnimmt. Die Hauptsache blieb also immer, dasjenige aufzusuchen, was Sauveur darüber beigebracht hat, und die Gründe zu erforschen, warum dieses während eines ganzen Jahrhunderts nicht genügend beachtet wurde.

Die Abhandlung von Sauveur befindet sich in der *Histoire de l'Acad. de Paris* von 1700, *p.* 134 ff., in der Form eines Berichtes, welcher der Academie abgestattet ist. Hieraus ergiebt sich, dafs Sauveur das Phänomen bei einigen tieferen Tönen zweier, nur um etwa einen halben Ton verschiedener Orgelpfeifen wahrgenommen hat, vermuthlich gerade so wie Hr. Dulong mir dasselbe zeigte, dafs er die Ursache desselben erkannte, und richtig daraus folgerte, man könne die Reinheit zweier gleichen, aber nicht völlig unisonen Töne durch dieses Mittel prüfen. Nicht minder will er die Stöfse (*battemens*, wie er sie, ohne Zweifel zuerst, nennt) dazu anwenden, um einen fixen Grundton von 100 Vibrationen zu erhalten; auch giebt er an, dafs man vermittelst der Zahl der Stöfse und dem gegenseitigen Verhältnifs der Vibrationsmengen verschiedener Töne die absolute Zahl ihrer Vibrationen bestimmen könne, geht aber darin zu weit, wenn er annimmt, dafs die Consonanz überhaupt auf der Vermeidung der Stöfse beruhe, deren öftere Wiederkehr die Ursache der Dissonanz sey. Bei einer zugleich mitgetheilten kurzen Berechnung hat er einen Fehler begangen, welchen Hr. Scheibler durch Benutzung der jetzt bekannten besseren Hülfsmittel glücklich zu vermeiden wufste, nämlich die Annahme, dafs jedes Zusammentreffen zweier Vibrationen einen Stofs gebe, da dieser erst bei jedem zweiten Zusammentreffen erfolgt. Hiernach soll eine Orgelpfeife von ungefähr 5 Fufs Länge in einer Secunde 100 Schwingungen haben, eine andere von 40 Fufs aber achtmal weniger, also nur 12,5, welches dem tiefsten hörbaren Tone zugehöre, und da die kür-

zeste Pfeife nur $\frac{15}{16}$ Zoll lang seyn dürfe, so gebe diese den höchsten wahrnehmbaren Ton mit 6400 Vibrationen. Eine nur ungefähre Berechnung zeigt bald den begangenen Fehler. Ist nämlich die Geschwindigkeit des Schalles in einer Secunde etwa 1025 Par. Fufs, so hat der Ton einer fünffüfsigen Orgelpfeife $\frac{1025}{5}=205$ Vibrationen, statt deren Sauveur nur die Hälfte fand.

Auf die der Academie gewordenen Mittheilungen ernannte dieselbe einige Mitglieder, um die Sache zu prüfen; allein Sauveur berichtete nachher selbst, dafs es ihm nicht gelungen sey, die Stöfse wieder zu erzeugen, weil er die nämlichen Apparate nicht mehr gehabt habe, solche Experimente nicht allezeit gelängen, und viele andere, auch akustische, Untersuchungen ihn gerade beschäftigten. Die Academie begnügte sich daher, die weitere Untersuchung zu verschieben, und insbesondere die Musiker dazu aufzufordern; aber vermuthlich wurde die Sache wegen dieses Mifslingens vergessen und nachher blofs beiläufig erwähnt.

Die Richtigkeit dieser Vermuthung geht deutlich aus der Art hervor, wie Sarti im Jahr 1796 die Versuche im Beiseyn der Academie zu Petersburg wiederholte, und aus seiner Angabe, dafs Sauveur im Anfange des Jahrhunderts die nämlichen Erscheinungen der Pariser Academie zu zeigen vergebens versucht habe *). Sarti kannte offenbar die Bemühungen seines Vorgängers, denn er gebrauchte zwei Orgelpfeifen von 5 Fufs Länge, ein Monochord und ein Secundenpendel, und brachte heraus, dafs die tiefste jener Orgelpfeifen 100 Schwingungen in einer Secunde mache, welches genau die durch Sauveur gegebene Bestimmung ist. Im Anfange dieses Jahrhunderts kam der Gegenstand abermals zur Untersuchung, indem Thom. Young ein Werk des Dr. Smith über die Musik weitläufig, dunkel und die Wissenschaft

*) Voigt's Magazin, No. 1 S. 102.

nicht fördernd genannt hatte. Gegen dieses Urtheil erhob sich Robison, und bemerkte, dafs namentlich die Auffindung der Stöfse unvollkommener Consonanzen, welche Sauveur gleichfalls berücksichtigt habe, die glänzendste Entdeckung seit den Zeiten des Galilaei sey. Thom. Young vertheidigte sich nachher hiergegen, und zeigte, dafs er dem anderweitig so hoch gepriesenen Werke keineswegs allen Werth abgesprochen, sondern blofs behauptet habe, es enthalte nichts Neues, was denn eben daraus deutlich hervorgehe, dafs die vermeintlich so grofse Entdeckung der Stöfse schon durch Sauveur gemacht sey. Uebrigens zeigt er, dafs die durch Dr. Smith vorgeschlagene völlig reine Stimmung eines Forte-Piano mit Benutzung der Stöfse gar nicht durch alle Tonarten durchzuführen sey *).

Hr. Scheibler hat über diesen Gegenstand nichts weiter gekannt, als was in der deutschen Akustik von Chladni steht, denn ich weifs, dafs er erst in Frankfurt dasjenige kennen lernte, was Sarti darüber sagt, nachdem er seine Untersuchungen bereits vollständig beendigt hatte, und es gebührt ihm daher das Verdienst, durch beharrliche Forschung dieses Problem mit Benutzung der geringfügigen, ihm darüber bekannt gewordenen Andeutungen im ganzen Umfange erschöpft zu haben. Neu ist hierbei der Satz, dafs von den gleichzeitig zusammentreffenden Schwingungen blofs die zweiten Coincidenzen einen Stofs geben, was mit den Erscheinungen der positiven und negativen Lichtwellen auf eine merkwürdige Weise zusammentrifft; doch würde es zu weit führen auf eine ausführliche Erörterung dieses Gegenstandes hier einzugehen.

Heidelb., d. 7. Juni 1833. G. W. Muncke.

*) Thom. Young, *Lectures on nat. philos. Lond.* 1807, *T. II p.* 607. *Phil. Trans.* 1802, *p.* 12. Die in's Einzelne gehenden Nachweisungen über das Stimmen der Instrumente nach dieser Methode mufs ich hier übergehen; auch kenne ich das akustische Werk von Smith selbst nicht.

III. *Neue Versuche über die Capillarität; von H. F. Link.*

Lange Zeit glaubten die Physiker mit der Theorie, welche der grofse Mathematiker Laplace von der Capillarwirkung gegeben hatte, sey dieser Gegenstand erschöpft. Sie haben sich zu schnell beruhigt; fünfundzwanzig Jahre nach der Erscheinung des vierten Theils der *Mécanique céleste* zeigte Poisson, dafs jene Theorie die Erscheinungen nicht erkläre, dafs man, um sie zu erkennen, annehmen müsse, es geschehe eine Verdichtung des Flüssigen gegen die Wände des Haarröhrchens und eine Verdünnung gegen die Oberfläche. Es ist ein böses Zeichen, wenn man eine Hülfshypothese erdenken mufs, um eine Theorie zu erkennen. Poisson ging noch weiter; er gründete seine Hypothese auf eine Theorie von der Zusammensetzung der Materie überhaupt aus Moleculen und Atomen. Es ist in dieser Zeitschrift ein Auszug aus Poisson's Werke gegeben worden. Den Deutschen ist die spielend rechnende Atomistik der Franzosen eben so zuwider als diesen die grübelnd schwärmende Naturphilosophie der Deutschen.

Jetzt also, wo ich nicht mehr fürchten darf, auf Laplace in der eigentlichsten Bedeutung des Wortes verwiesen zu werden, kann ich es wagen, eine längst vorgetragene Theorie über Flüssigkeit und Festigkeit zu erneuern und mit Versuchen zu bestätigen.

Wir haben zwei Definitionen der Flüssigkeit. Die erste rührt von Newton her, die andere, so viel ich weifs, von Nollet. Die erste heifst: Flüssig ist ein Körper, dessen Theile jeder äufseren Kraft weichen, und dabei leicht an einander hin bewegt werden. (*Fluidum est corpus, cujus partes cedunt vi cuicunque illatae et*

cedendo facile moventur inter se.) Die andere setzt die Flüssigkeit in den geringen Zusammenhang der Theile unter einander. Jene ist von den gründlichen Physikern angenommen worden, diese von den meisten.

Es läfst sich leicht zeigen, dafs die letzte Definition falsch ist. Wenn man eine feste Platte an einem Wagebalken in's Gleichgewicht setzt und sie nun mit der Oberfläche eines flüssigen Körpers in Berührung bringt, so bedarf es eines bedeutenden Uebergewichts, um sie abzureifsen. Nach meinen Versuchen sind gerade 100 Gran erforderlich, um eine Messingplatte von einem Quadratzoll Oberfläche vom Wasser abzureifsen. Die Platte wurde benetzt abgerissen; es war also die Anziehung der Wassertheilchen zu einander, welche aufgehoben wurde, die Cohäsion derselben. Wäre sie unbenetzt abgerissen worden, so war es allerdings die Anziehung der Metallplatte zum Wasser, welche aufgehoben wurde, die Adhäsion derselben zum Wasser. Aber dann mufste ja die Cohäsion der Wassertheilchen noch gröfser seyn, sonst wäre diese aufgehoben worden. Also die Adhäsion im flüssigen Körper ist nicht gering.

Sie ist zuweilen viel gröfser als die Cohäsion in Körpern, welche nicht flüssig sind. Man setze die obige Platte mit der Oberfläche eines Sandhaufens in Berührung, so ist zuerst das geringste Uebergewicht hinreichend, die Platte loszureifsen. Da die Adhäsion hier Null ist, so läfst sich auf die Cohäsion des Sandes nicht schliefsen. Man überziehe nun die Platte mit einem Kleber und setze sie mit der Oberfläche des Sandes in Berührung, so bedarf es jetzt eines bedeutenden Uebergewichts, um die Platte abzureifsen. Befreit man sie von dem Kleber und dem anhängenden Sande und zieht das Gewicht desselben ab, so bleiben nur zwei Gran übrig, welche erfordert wurden, um die Anziehung der Sandkörner zu einander aufzuheben, oder die Cohäsion der Theile im Sandhaufen. Also ist der Zusammenhang der Theile im Sandhaufen viel ge-

ringer als der Zusammenhang der Wassertheile, und doch ist dieses flüssig, jener nicht.

Newton's Definition ist hier, wie sonst, die richtige. Die geringste bewegende Kraft, der geringste Druck macht, dafs die Theilchen des Flüssigen sich über einander hin bewegen, und flüssige Körper, sobald sie schwer sind, müssen eine horizontale Oberfläche bilden; Hauptkennzeichen des Flüssigen. Aber woher diese Leichtbeweglichkeit der Theilchen im flüssigen Körper, mit welcher sie an einander verschoben werden?

Die Antwort scheint leicht: Von dem Mangel an aller Reibung unter den Theilen des Flüssigen; die Theile müssen vollkommene Kugeln seyn. Aber dieses ist nur hinreichend, wenn die Kugeln sich einander gleich stark von allen Seiten anziehen, denn gleiche und entgegengesetzte Wirkungen heben sich auf, und das Theilchen wird durch die Anziehung der umher liegenden in seiner Bewegung nicht gehindert. Wäre die Anziehung der Theilchen zu einander ungleich, so müfste der Ueberschufs der Anziehung nach einer Seite hin durch die äufsere bewegende Kraft aufgehoben werden, eben weil sie durch eine entgegengesetzte Anziehung nicht aufgehoben wird, und die Theilchen könnten auch bei der vollkommensten Glätte und Ründung nicht mehr ganz leicht beweglich bleiben. Die Beweglichkeit der Theilchen würde desto gröfser seyn, je geringer der Ueberschufs der Anziehungen der Theilchen zu einander wäre. Die Flüssigkeit wird also bedingt: zuerst durch den Mangel an Reibung unter den Theilchen des Körpers und zweitens durch die Gleichheit der Anziehungen der Theilchen zu einander.

Wirken zurückstofsende Kräfte der Theilchen auf einander — und sie wirken gewifs, denn die Theilchen drücken auf einander — so wird, wie man leicht einsieht, auch eine Gleichheit der Zurückstofsungen der Theilchen der Flüssigkeit erfordert.

Betrachten wir die Sache näher: Wodurch entsteht die Reibung? — Durch hervorspringende Ecken, Kanten, Spitzen. — Und was sind solche Ecken, Kanten, Spitzen? — Unstreitig solche Theile in welchen die Theilchen zu einander eine gröfsere Anziehung haben als zu dem was daneben ist. Ohne diese gröfsere Anziehung würden sie mit dem was daneben ist sich vereinigen, und es würden nicht mehr Ecken, Kanten, Spitzen seyn.

Also ganz allgemein ausgedrückt: Gleichheit der Anziehungen (und Zurückstofsungen) aller Theile zu einander macht Flüssigkeit.

Eine leichte Folgerung dieser abgeleiteten Definition der Flüssigkeit ist: dafs der flüssige Körper an der Oberfläche nicht mehr völlig flüssig seyn kann. Seine Theile werden mehr nach unten als nach oben gezogen, sowohl in der Luft als in dem Raume der Luftpumpe, oder auch, wenn ein anderes Flüssige darüber steht, denn dieses mufs dann leichter seyn. Ein Theilchen in der Oberfläche, welches niedergedrückt wird, zieht das nahgelegene mit herab, weil es nicht von einem darüber befindlichen gleichartigen Flüssigen in die Höhe gezogen wird, und es ist gleichsam als ob das Flüssige mit einer Haut überzogen wäre. So hat Rumford die Sache betrachtet, und theils bekannte, theils neue Versuche für diesen Ausdruck angegeben *). Wenn man nämlich eine stählerne Nähnadel behutsam auf das Wasser legt, so sinkt sie nicht unter, sondern schwimmt auf dem Wasser und man sieht deutlich einen Eindruck, eine Vertiefung, welche sie auf dem Wasser macht. Das Schwimmen kann also keineswegs durch das Aufsteigen der flüssigen Theilchen an der Nadel erklärt werden, welche sie halten könnten. Um aber die gewöhnliche Behauptung zu widerlegen, als ob die

*) Die Haut an der Oberfläche, wie sie Rumford annimmt, ist also eine leichte Folge, nicht der Grund meiner Theorie. Hr. Muncke, der hier überhaupt das Unterste zu oberst kehrt, meint das Letztere.

Luft an der Nadel anhänge und sie dadurch schwebend erhalte, hat Rumford einen schönen Versuch erdacht. Er übergiefst nämlich Wasser mit Aether und wirft darauf Stanniolstückchen; diese sinken im Aether nieder und bleiben auf der Oberfläche des Wassers liegen. Man kann diesen Versuch leicht wiederholen; man schneidet Stanniol in so feine Stückchen, bis sie endlich die gehörige Gröfse haben, auf dem Wasser zu schwimmen. Taucht man hingegen die Nadel oder die Stanniolblättchen unter die Oberfläche des Wassers, so sinken sie sogleich zu Boden.

Könnte man, habe ich weiter gefolgert, den Körper ganz oder beinahe ganz in Oberflächen verwandeln, so würde er fest seyn. Besteht also ein Körper aus Blättchen, so wird er nicht mehr flüssig, sondern fest seyn. Alle Krystalle bestehen aus Blättchen, habe ich hinzugesetzt, und sogar verhindert die Durchkreuzung, der Durchgang der Blättchen die völlige Berührung, und macht, dafs sie Blätter bleiben. Alle festen Körper aus dem organischen Reiche lassen sich leicht auf Blättchen oder auf Röhren zurückführen, welche nicht weniger Oberfläche haben. So ist also das Blättrige und Röhrige die Grundform der Festigkeit.

Dagegen erinnert Bernhardi, dafs gerade da, wo die Blättchen im Krystall sich durchschneiden, jedes Theilchen nach vorhandenen Richtungen beweglich, folglich flüssig seyn müfste. Aber was sind diese wenigen Richtungen — doch nur vier — nach welchen das Theilchen beweglich ist, gegen alle Richtungen, nach welchen das Theilchen im flüssigen Körper beweglich seyn mufs? Man hat auch gesagt, dafs der Krystall nicht aus Blättchen bestehe, sondern nur die Fähigkeit habe, in Blättchen zertheilt zu werden. Das kann doch nicht anders heifsen, als die Theilchen haben in der Richtung eines Blättchens eine gröfsere Anziehung zu einander als aufserhalb desselben. Dann ist aber schon das Blättchen fertig; denn nie habe

ich behauptet, dafs sich zwischen den Blättchen ein linearer Raum, oder nur Wärmestoff, oder nur Luft sich befinde.

Aber ein solches festes Blättchen ist noch kein starres Blättchen, es ist noch immer biegsam, und folgt aus dem Gegebenen noch nicht, dafs sich das Blättchen drehen könne. Es kommt also auf eine physische Erklärung des Drehens an, die ich in dieser Zeitschrift gegeben habe, nur mag die Darstellung nicht überzeugend seyn, da sie sich doch bis zur Evidenz erheben läfst.

Was von dem Verhalten des Flüssigen an der Oberfläche gesagt worden ist, läfst sich auch auf das Flüssige anwenden, welches mit der Wand des Gefäfses, worin oder woran das Flüssige sich befindet, in Berührung kommt. Dieses führt uns auf das Aufsteigen des Flüssigen in Haarröhrchen und die Capillarität zurück. Wir haben gesehen, dafs die Theorie dieser Erscheinung keineswegs vollendet, ja kaum angefangen ist, aber es ist auch eben so mit den Versuchen; wir haben sehr wenige von wenigen Physikern angestellte. Die genauesten sind allerdings diejenigen, welche Gay-Lussac zur Erläuterung von Laplace's Theorie gemacht hat, aber es sind ihrer so wenige, dafs man die Uebereinstimmung mit der Theorie, sowohl mit der von Laplace als auch der verbesserten von Poisson, nur für eine zufällige halten mufs. Versuche mit verschiedenen Flüssigen möchten wohl am besten entscheiden, wie sie auch schon Muschenbroek und einige andere angestellt haben, aber es ist so schwer, das einmal angewandte Flüssige aus den engen Röhren zu entfernen, dafs Versuche mit denselben engen Haarröhrchen sehr verdächtig werden. Und will man verschiedene Haarröhrchen anwenden, so erfordert die Erforschung des Durchmessers, um die Versuche auf denselben Durchmesser zurückzuführen, so viel Genauigkeit und Zeit, dafs man wohl kaum im Stande ist, viele Versuche nach einander zu machen.

Ich dachte daher auf ein Instrument die Versuche genau und bequem anzustellen. Genäherte oder unter einem Winkel gegen einander geneigte Platten schienen mir dazu am zweckmäfsigsten. Man hat die Bequemlichkeit sie nach jedem Versuche abnehmen und wieder benetzen zu können, und so die Versuche mit verschiedenen Flüssigen leicht anzustellen; man hat ferner die Bequemlichkeit, auch die Versuche auf andere als Glasplatten auszudehnen. So entstand, mit Hülfe unseres geschickten Mechanikers Oertling, folgendes Instrument.

Zwei Arme von Messing *a* und *b*, Taf. I Fig. 9, lassen sich um eine Nufs *c* bewegen und unter jedem beliebigen Winkel stellen. Der Arm *a* hat noch einen Arm *d*, welcher sich um *a* ebenfalls vermittelst einer Nufs drehen läfst. An *b* und *d* befestigt man, nämlich an jedem der Arme, eine Platte, wie Fig. 10 dargestellt ist, indem man die Arme in den Falz der messingenen Einfassung der Platte bei *a* und *b*, Fig. 10, steckt. An *a* und *d*, Fig. 9, ist die Feder *e*, welche durch die Schraube *f* angezogen wird. Vermittelst dieser Schraube kann man, wenn die Platte an *d* befestigt ist, diese gegen die an *b* befestigte Platte unter einem beliebigen Winkel stellen, wenn er nicht zu grofs ist, wie er zu solchen Versuchen bekanntlich nicht seyn darf. Da die Platten wegen des Falzes hin und her beweglich sind, so lassen sie sich so schieben, dafs sie hinten mit den Kanten genau auf einander passen. Es versteht sich, dafs sie gleich grofs seyn müssen. Machen die Platten einen Winkel mit einander, so steigen die Flüssigen bekanntlich an den Kanten zwischen den beiden Platten in die Höhe und bilden eine gleichseitige Hyperbel. Die Arme mit der Nufs befinden sich auf einem Stativ, und können vermittelst einer Schraube auf und nieder bewegt werden. Will man nun einen Versuch machen, so taucht man die unter einem beliebigen Winkel gestellten Glasplatten in das Flüssige

oft hinter einander, am bequemsten durch Erhebung des Glases, indem man die Arme an dem Stativ so befestigt hat, dafs die beiden Platten mit den unteren Kanten in das Flüssige eben eingetaucht sind. Durch eine daneben gestellte, in einer dünnen Glasröhre befindliche Skale mifst man die Höhe des Flüssigen zwischen den Glasplatten an ihrer Kante. Wegen der Versuche mit undurchsichtigen Platten, von denen nachher die Rede seyn wird, war es nicht gut thunlich, die Skalen an dem Instrument zu befestigen; es kann aber kein bedeutender Irrthum begangen werden, wenn man nur immer dasselbe Gefäfs anwendet und die Arme am Stativ in derselben Höhe behält. Zwischen den Versuchen mit verschiedenem Flüssigen habe ich jedes Mal die Höhe des destillirten Wassers beobachtet, um zu sehen, ob sie noch die vorige sey. Auf diese Weise sind nun folgende Versuche bei denselben und unter ganz gleichen Umständen mit Glasplatten angestellt. Ich habe die ganze Höhe angezeigt, wovon aber die Höhe des Flüssigen unter den Platten noch abzuziehen ist, welches ich aber unterlassen habe, da das Gefäfs immer bis zu derselben Höhe gefüllt war, und das Flüssige nach dem Eintauchen noch keine halbe Linie über der Kante der Glasplatten stand.

Destillirtes Wasser blieb hängen bei 42 Linien (Pariser Maafs).

Acidum nitricum (Pharm. bor.) 42,5 Linien.

Kali causticum, eine Unze in sechs Unzen Wasser gelöst, 42 Linien.

Spiritus vini rectificatissimus (Pharm. bor.) 42 Lin.

Aether sulphuricus (Pharm. bor.) zuerst 36 Lin., dann aber, nach wiederholtem Eintauchen, 42,5 Lin.

Vermuthlich war zuerst etwas Wasser hängen geblieben und verhinderte das Anhängen des Aethers. Dieses ist unstreitig der Grund gewesen, warum andere Beobachter die Höhe des Aethers und des Weingeistes immer niedriger gefunden haben als die des Wassers.

Bei einem etwas gröfseren Winkel blieb das Wasser hängen bei 45 Linien.

Acidum sulphuricum rectificatum (Pharm. bor.) von 1,84 spec. Gew. blieb zuerst bei 48 Lin. hängen, dann aber fiel es bis 44½ Lin., wo es blieb. Oft wiederholte Versuche gaben dasselbe Resultat. Vermuthlich war auch anhängende Flüssigkeit die Ursache, dafs zuerst die Säure in einer grofsen Höhe hängen blieb. Andere Beobachter haben auch gröfsere Höhen für Schwefelsäure beobachtet, aber den Versuch nicht weit genug getrieben.

Aber nur bei durchsichtigen Platten läfst sich die Höhe auf diese Weise beobachten, bei undurchsichtigen geht es nicht. Für diesen Zweck ist die Schraube *g*, Taf. I Fig. 10, angebracht. Nachdem ich die Platten auf die Arme geschoben, und sie durch Anziehen der Feder *e* mit einander in Berührung gebracht, bringe ich sie durch Umdrehung der Schraube *g* etwas aus einander, so dafs zwischen ihnen das Flüssige hänge. Eine Viertel-Umdrehung reichte dazu hin. Sah man nun auf die hintere Kante, so konnte man die Höhe des Flüssigen leicht beobachten und messen. Die Versuche stellte ich an mit Kupferplatten, Zinkplatten, Platten die aus Zink und Kupferplatten zusammengelöthet waren, und endlich mit hölzernen, die in heifsen Talg oft getaucht und damit getränkt waren. Zur Vergleichung wurden auch Glasplatten genommen, und alle durch eine Wirbelumdrehung der Schraube von einander entfernt. Folgende Resultate erhielt ich:

Glasplatten gaben eine Höhe von	36 Lin.
Kupferplatten ebenfalls von	36 -
Zinkplatten von	35 -
Kupferzinkplatten, so dafs die Metalle wechselten, wie in der elektrischen Säule	36 -
Dieselben, aber die Zinkplatten gegen einander gekehrt	37 -

Die-

Dieselben, aber die Kupferplatten gegen einander gekehrt. 37 -

Die hölzernen mit Talg getränkten Platten 33 -

Ich erinnere mich, die Beobachtung gelesen zu haben, dafs das Wasser sich zwischen Talgplatten erhebe, doch weifs ich nicht gleich die Nachricht zu finden. Man kann sich leicht überzeugen, dafs Wasser zwischen Fett hängen bleibt, wenn man zwei Wachs- oder Talgkerzen in einer geringen Entfernung von einander befestigt und so in's Wasser taucht.

Also bleiben verschiedene flüssige Körper auf derselben Höhe zwischen Glasplatten hängen, und für Wasser geben auch Metallplatten keine Unterschiede, nur Fettplatten geben nicht so hohe Säulen.

Alle genauen Beobachter empfehlen oder vielmehr befehlen, die Haarröhrchen vor dem Versuche zu benetzen, weil sonst Staub und dergleichen überhaupt Reibung der Substanzen hindere. So verlangen es Laplace und Poisson durchaus. Dafs dieses erste Ansteigen von der Anziehung herrühre und sich nach der Krümmung des Meniskus berechnen lasse, ist richtig. Aber wie will man die Reibung in Rechnung ziehen, oder den feinen Ueberzug von Feuchtigkeit, Fett und selbst von Luft? Ja in den meisten Fällen erhält man ohne vorheriges Benetzen kein Aufsteigen, oder ein sehr unbedeutendes. Jedermann weifs, dafs man einen Schwamm erst benetzen mufs, wenn er seine Wirkung thun soll. Also Alles, was man über das Aufsteigen der flüssigen Körper in Haarröhrchen Bestimmtes gesagt hat, bezieht sich nicht sowohl auf das Aufsteigen als auf das Hängenbleiben. Beides mufs man wohl unterscheiden; Wasser steigt zwischen Talgplatten durchaus nicht in die Höhe, bleibt aber wohl dazwischen hängen.

Dieses Hängenbleiben ist aber nach dem Obigen leicht zu erklären. Das Flüssige wird an festen Wänden klebrig,

d. h. es verliert seine Flüssigkeit zum Theil, die gleiche Anziehung aller Theile zu einander ist nicht mehr, weil nämlich die Theile von der festen Wand anders gezogen werden als von den anliegenden Theilen des Flüssigen. Die feste Wand, selbst von einer polirten Glasplatte, wird man aber nicht gleichförmig annehmen können, sondern es erheben sich Theile mehr oder weniger über der Fläche und verändern dadurch die Anziehungen. Man sieht auch leicht, dafs diese Ungleichheit der Anziehungen an den Wänden der festen Körper entstehen mufs, es mögen die festen Körper die Theile des Flüssigen mehr anziehen als diese sich einander anziehen, oder weniger. Die flüssigen Körper werden also klebrig seyn, mögen sie an einer Metallwand oder an einer Fettwand sich befinden. Da die obigen Versuche mit gleich flüssigen Körpern gemacht wurden, ungeachtet sie sonst verschieden waren, so wird man auch erwarten dürfen, dafs der Grad der Klebrigkeit nicht sehr verschieden sey. Die Sache wird sich noch genauer bestimmen lassen, aber zur Berechnung möchte sie wohl noch eben so wenig sich fügen, als sich die Höhe eines Sandhaufens an einer Wand, woran man den Sand herabgeschüttet hat, berechnen läfst.

IV. *Verzeichniſs von Erdbeben, vulcanischen Ausbrüchen und merkwürdigen meteorischen Erscheinungen seit dem Jahre* 1821; *von K. E. A. v. Hoff.*

Achte Abtheilung. — Neunte Jahresreihe.

(Die siebente Abtheilung siehe Bd. XXV (101) S. 59.)

1829.

Januar. — Zu Anfange des Monats. Zu *Portsmuth*, im Nordamerikanischen Staate *New-York*, in der Nacht ein leichter Erdstoſs. — Preuſs. Staatsz. 1829 No. 62 Beilage.

— 4. Abends. *Macassar* (*Celebes*) wiederholtes Erdbeben (s. 29. Decemb. 1828), doch ohne Schaden anzurichten. — Corresp. f. Teutschl. 1829, No. 270.

— In der letzten Hälfte des Monats wurden die schon im December begonnenen Bewegungen des *Vesuv* lebhafter. Häufige Dampfwolken stiegen aus dem Krater empor, aus welchem auch von Zeit zu Zeit Steine auf 500 bis 600 Fuſs Höhe geschleudert wurden, wobei nur ein geringer Abfluſs von Lava erfolgte. — Gothaische Zeitung, 1829, No. 28.

— Während des ganzen Monats erfolgten zu *Alt-Schamachi* (*Georgien*) fast täglich zwischen 2 und 3 Uhr Abends Erderschütterungen. — *Ann. de chim. T. XLII p.* 347.

Februar 8. Von diesem Tage wird aus *Patras* (Griechenland) geschrieben: daselbst empfand man seit einigen Wochen beinahe täglich Erdstöſse, die immer von atmospärischen Bewegungen (welcher Art?) begleitet waren. — Goth. Zeit. 1829, No. 50 Art. Rom.

1829.

Februar 13. Auf der Insel *Bourbon* wüthete ein Orcan. — Preufs. Staatszeit. 1830, No. 115 S. 863.

— 21. und Nacht zum 22. *Island.* Im ganzen Süderlande eine Erderschütterung, die sich an den folgenden Tagen noch durch mehrere, jedoch schwächere Stöfse wiederholte. In den bebauten, dem Hekla zunächst liegenden Gegenden richtete sie bedeutenden Schaden an. Sechs oder sieben Bauerhöfe sollen theils ganz eingestürzt, theils sehr beschädigt worden seyn. Nach Nachrichten, die bis zum 5. März gehen, ist der Winter von 1828 bis 1829, der in ganz Europa ziemlich streng war, in Island so mild gewesen, dafs man Eis und Schnee fast nicht gesehen hat. — Preufs. Staatsz 1829, No. 104 B.

— 22. *Lissabon* von 4 U. Morgens bis zum Abend wüthet ein von aufserordentlich heftigen Gewittern begleiteter Orcan; viele Dächer werden abgedeckt und Gebäude beschädigt, der Blitz trifft den Mast eines Linienschiffes, tödtet Menschen u. s. w. — *Moniteur.* 1829, *No.* 72 *p.* 325.

März 8. 4 U. 10′ Morg. *Irkutzk* (Sibirien). Ein starker Erdstofs in der Richtung von Nordost nach Südwest. Man empfand ihn an mehreren Orten von *Kiachta* an bis nach *Nischney-Udinsk*, also auf eine Länge von 100 geographischen Meilen. Ob er weiter süd- und nord- ost- und westwärts empfunden worden ist, darüber sind keine Nachrichten vorhanden. In *Kiachta* und *Troizkosawsk* war er so stark, dafs die Schildwachen sich kaum stehend erhalten konnten, und ein dem Brausen des Sturmwindes ähnliches Getöse war ihm vorausgegangen. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 124 und 135. — In der Festung *Tunka*, südlich vom *Baikalsee*, sollen die Erschütterungen drei Minuten gedauert haben; dort wichen die Wände hölzerner Häuser, Thüren und Oefen fielen ein; ein ungeheurer, am rechten Ufer des *Irkut* stehender Felsen

1829.

stürzte zusammen; an vielen Stellen öffnete sich die Erde; das Eis auf dem Flusse und auf dem See ging aus einander. Es folgten Erdschwankungen vom 8. bis 22. März mehremal des Tages, waren von einem ungewöhnlichen unterirdischen Getöse begleitet und hielten bisweilen zwei Minuten an. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 151.

Hr. Dr. Erman (Sohn), der sich bei diesem Erdstofse in *Irkutzk* befand, theilt darüber Folgendes mit. Er hörte zuerst 8 bis 10 Secunden lang ein klapperndes Geräusch der lose stehenden Theile des Hauses, das sich in einem gewissen Takte zu wiederholen schien, darauf folgte ein stärkeres Zittern der Mauern und ein erschütternder Schlag, wie von einer heftig zugeworfenen Thür, auf welchem wieder rollende Zitterungen folgten. Da man in hohen Gebäuden das Getöse sehr stark, auf ebener Erde aber und von Gebäuden entfernt dasselbe gar nicht gehört hatte, so scheint der Beobachter geneigt, dasselbe für ein in der Luft erfolgtes, und nicht für ein unterirdisches Geräusch zu halten. In *Nischney Udinsk* soll der Stofs vorzüglich stark empfunden worden seyn; und es entsteht die Frage, ob die geognostische Beschaffenheit des Bodens dieser Gegend, wo die Kohlensandstein-Formation zu Tage liegt, hierzu beigetragen hat. Man will vor dem Erdbeben zu *Irkutzk* eine der Jahreszeit nicht angemessene Beschaffenheit des Himmels und der Witterung wahrgenommen haben. Statt des dort gewöhnlichen dunkelblauen und wolkenlosen Himmels war einige Wochen hindurch vor dem Erdbeben, bei schwachem Ostwinde, nebliches Wetter, und selbst zweimal eine sommerliche Wolkenbildung. Ein Einwohner von *Irkutzk* hatte auch dem Beobachter die Vermuthung geäufsert, dafs ein Erdbeben erfolgen könne, welchem dort gewöhnlich ähnliche Erscheinungen vor-

1829.

ausgehe. Bemerkenswerth ist, dafs Hr. Dr. Erman an seinem aufgestellten magnetischen Declinatorium gar keine ungewöhnliche Bewegung während des Erdbebens wahrgenommen hat. — Poggendorff's Annalen, Bd. XVI (92) S. 153 bis 157.

März 18. bis 19. in der Nacht, *Malung*, Kirchspiel in *Dalarne, Schweden.* Ein heftiges, von starkem Sausen in der Luft begleitetes Erdbeben. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 117.

März 21. *Jamaica.* Erdbeben. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 223.

März 21. *Murcia, Spanien.* Anfang des heftigen, und in gröfseren und kleineren Zwischenräumen mehre Monate hindurch wiederholenden Erdbeben im Thale der *Segura* zwischen der Stadt *Murcia* und der *Meeresküste,* östlich von ersterer. Das Thal, das von diesem Erdbeben betroffen und zum Theil schwer verwüstet wurde, erstreckt sich von West nach Ost ungefähr sieben geographische Meilen lang. Die Stadt *Murcia* ist fast der westlichste Punkt an welchem noch Erdstöfse empfunden worden sind. Zu *Archena*, nordwestlich von Murcia, gleichfalls im Thal der *Segura*, und zu *Alhama,* westlich in den Bergen gelegen, welche das Gebiet der *Segura* von dem ihres Nebenflusses, der *Sangonera*, scheiden, hat man die Erdstöfse nicht gefühlt, auch sind die an diesen beiden Orten entspringenden Schwefelwasserquellen davon nicht afficirt worden. — *Annales des Sciences natur. T. XVII p.* 106. — Die Gegend ist überhaupt den Erderschütterungen ausgesetzt, und hat in der neusten Zeit derselben empfunden, 1822 im October, 1823 im Januar, und vom Sept. 1828 an bis zum 11. März 1829, wie im vorjährigen Verzeichnisse bemerkt worden ist. Man kann daher den Anfang der dort im J. 1829 so häufig

1829.

wiederholenden Erdstöfse eigentlich in den Sept. 1828 setzen.

Die Orte, welche sämmtlich mehr oder weniger davon gelitten haben, sind, auf dem nördlichen Ufer der *Segura*, von West nach Ost gezählt: *Murcia, Orihuela, Paróquia, de S. Miguel, Cox, La Granja, Callosa, Benejuzar, Rafal, Almoradi, Formentera, Los Dolores, S. Felipe Neri, Roxales, S. Fulgencio;* und auf dem südlichen: *Raja Puebla, Beniajan, Algezares, Torrequerra, Beniel, Bigastro, Guardamar, La Mata* und *Torreviejo;* die drei letzten liegen dicht am Meere in der Provinz *Valencia*. Auch *Daja vieja* und *nueva, El Moral, Pinatar* empfanden die Stöfse.

Am 21. März Mittags erfolgte schon ein Erdstofs, aber der heftigste an demselben Tage 6 U. 20′ Ab., welchem eine fürchterliche wellenförmige Bewegung folgte, die in vielen, auf der angegebenen Linie gelegenen Orten die gröfsten Zerstörungen anrichtete. — In derselben Minute empfand man ein Erdschwanken in *Madrid*, dort in der Richtung von Ost nach West. Im Königl. Pallaste im *Pardo* bewegten sich die Kronleuchter und die Glocken in den Gemächern schlugen an. Auch in anderen Häusern und in Strafsen empfand man die Bewegung. Das Thermometer war in Madrid zwischen 2 und 6½ U. Abends von 9° bis auf 16° R. gestiegen. — Ebenfalls in derselben Minute wurde zu *Beas de Segura*, in *la Mancha*, das Erdbeben in 3 Secunden Dauer und mit einem fürchterlichen Getöse begleitet empfunden. Sieben Minuten später erfolgte dort noch eine Erschütterung. Auch in *Portugal* soll man Etwas von den Bewegungen in Murcia empfunden haben; und zwischen *Alcobaca* und *Calças*, in *Estremadura*, soll ein See plötzlich sein Wasser verloren haben. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 129.

1829.

Gleichzeitig unfehlbar (obgleich 6 U. 37′ angegeben werden) wurde das Erdbeben im *Meere*, 14 Meilen (welche?) nordöstlich von *Torreviejo*, und südöstlich vom Vorgebirge *Palos* empfunden. Ein Schiff erhielt einen so heftigen Stofs, dafs man es gestrandet glaubte. Die Bewegung dauerte 1 Minute, dann erfolgte noch ein Stofs; desgleichen 6 U. 47′, 6 U. 51′, 7 U. 3′ und 7 U. 5′. Die letzte war sehr heftig, und dauerte 48 Secunden. Diese Erschütterungen sollen von mehreren anderen Schiffen empfunden worden seyn.

Ueber die Richtung der Erdstöfse giebt eine einzige Nachricht Auskunft, die von Hrn. Cassas, franz. Consul zu *Alicante*, in *Annales des sciences naturelles*, *T. XVII p.* 106, mitgetheilt ist. Er sagt, dafs die Stöfse senkrecht von unten herauf erfolgt seyen. War dieses, so scheint der Ursprungsort derselben unter dem zwischen *Orihuela* und der Meeresküste gelegenen Theile der erschütterten Gegend gesucht werden zu müssen, von welchem sich die Erschütterungen gegen Osten in's Meer und gegen West und Nordwest in's Innere von Spanien fortgepflanzt haben, welches letztere die in Madrid wahrgenommene Richtung derselben und der Umstand zu bestätigen scheint, dafs die westlich von *Orihuela* gelegenen Orte nur wenig, und der westlichste Punkt, die Stadt *Murcia*, am allerwenigsten heftig erschüttert worden sind.

Dem Stofse selbst ging ein donnerähnliches Getöse voraus, und während der folgenden Nacht sollen mehr als hundert schwächere Stöfse erfolgt seyn. Der erste aber war es, der die grofsen Verwüstungen anrichtete; es sollen durch denselben gegen 3000 Gebäude zerstört worden seyn und 389 Menschen das Leben verloren haben. Diese Erdstöfse bewirkten noch folgende ungewöhnliche Erscheinung. Es entstanden auf dem ganzen erschütterten Striche unzählige Spalten von

1829.

verschiedener Länge und 4 bis 5 Zoll breit im Boden, und eben so viele cirkelrunde Oeffnungen von 2 bis 3 Zoll Durchmesser. Von diesen Oeffnungen warfen viele einen feinen, graugelben, glimmerigen Sand aus, wie er sich dort am Meeresufer bei *Alicante* findet; andere stiefsen eine Menge schwarzen Schlammes aus; wieder andere Seewasser mit Muscheln und Meerpflanzen. Die Anfangs verbreiteten Nachrichten von feurigen Ausbrüchen und Ergiefsungen von Lava in der erschütterten Gegend sind völlig ungegründet befunden worden.

Was die geognostische Beschaffenheit dieser Gegend betrifft, so besteht sie auf dem linken Ufer der *Segura* aus Alluvion, meist Sand, wie ihn die Oeffnungen ausgeworfen haben; auf dem rechten aus Hügeln von Kalkstein und Gyps. Auf diesem Ufer sind die Erdstöfse häufiger und von längerer Dauer gewesen als auf dem linken. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 102, 107, 109, 111, 119, 136, 225. — Allgem. Zeit. 1829, No. 128, 133. — *Ann. de chim. et de phys. T. XLII p.* 348, *T. XLV p.* 396.

März 22. ohne Angabe der Tageszeit. *Ancona*, zwei starke Erdstöfse, begleitet von einem dem Abfeuern von Artillerie ähnlichen Getöse, die aber keinen Schaden verursachen. — *The New monthly Mag.* 1829, *Nov. p.* 487.

— Vom 23. bis 30. erfolgten in der am 21. erschütterten Linie in Murcia fast täglich mehrere, bald stärkere, bald schwächere Erdstöfse. — In den angef. Blättern.

— 31. *Port au Prince, Jamaica.* 4 U. Morg. zwei starke Erdstöfse. — *Ann. de chim. T. XLII p.* 348. Sind vielleicht die beiden Angaben vom 21. und 31. auf eine und dieselbe Thatsache bezüglich, und nur das eine Datum ehlerhaft?

April 2. 7 U. 10′ A. *Dieppe* und Umgegend. Einige

1829.

starke Erderschütterungen; die erste dauerte einige Secunden, und war von einem donnerähnlichen Getöse begleitet. — *Ann. de chim. T. XLII p.* 348.

April 4. und folgende Tage, unerhörter Eisgang auf der *Weichsel*, dem *Bug*, dem *Niemen* u. s. w., welcher grofse Zerstörung anrichtet. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 107 und folg. Blätter bis 135.

— 6. 2 U. M. *Murcia*, neue Erschütterungen mit Getöse 10 Secunden lang, dann noch 12 Secunden Schwanken. Zwei Stunden später noch eine schwächere Erschütterung. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 119 B.

— 7. 1 U. M. *Petropaulowsk, Sibirien*, ein Erdstofs. Preufs. Staatsz. 1829, No. 243.

— 7. *Gotha.* — S. unten bei dem 5 Mai.

— 10. *Ponferrada, Leon, Spanien.* Erdbeben, welchem heftiges Schneegestöber, Sturm und Regen vorausging. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 129.

— 13. 4 U. Ab. Erdbeben, dessen Wirkungen sich von der Insel *Thassio*, der Macedonischen Küste gegenüber, durch einen Theil von *Macedonien* bis nach *Adrianopel* geäufsert haben sollen. Auf der genannten Insel safs der Russische Admiral Ricord, von dem der Bericht herrührt, mit dem Türkischen Statthalter bei Tische, als der erste horizontale Stofs in der Richtung von Nordwest erfolgte, Flaschen und Gläser fielen vom Tische. Auch am Bord des Russischen Admiralschiffes empfand man den Stofs. Ein an der Küste stehender, noch von den Venetianern erbauter Thurm stürzte ein. In dem Hafenorte *Kavala*, *Thassis* gegenüber, stürzten einige Häuser ein. Das drei Stunden davon im Lande gelegene Dorf *Pravi* soll dabei 70 Häuser eingebüfst haben, und das Dorf *Xanthy* fast mit allen seinen Bewohnern von der Erde verschlungen worden seyn. In *Adrianopel* sollen einige Minarets und Häuser eingestürzt seyn. Der ersten Er-

1829.

schütterung ging ein Windstofs aus SO. voraus. Bis zum folgenden Tage fühlte man noch einige, aber schwache Stöfse. — Casseler allgem. Zeit. 1829, No. 158 S. 816, citirt *Courrier de Smyrne* v. 26. April.

April 17. und — 18. 9¾ U. M. } Wieder heftige Erdstöfse in *Orihuela* und einigen anderen Orten des im März erschütterten Striches in *Murcia* und *Valencia*. Die Erschütterungen am 18. sollen zu *Almoradi* und *Torrevieja* 14 Minuten ununterbrochen gedauert, und in *Salinas* und *Guardamar* alle noch übriggebliebenen Wohnungen zerstört haben. Auch zu *Villajosa* in *Valencia* und zu *Carthagena* sollen an diesem Tage die Erschütterungen empfunden worden seyn. — Allgem. Zeit. 1829, No. 128 S. 109, 133 und 530. Preufs. Staatsz. No. 136 B.

— 23, 9½ U. Ab. *Freyburg* (*Baden*) und zu *Münsterthal*, bei *Staufen*, eine ziemlich heftige Erderschütterung von donnerähnlichem Getöse begleitet und einige Secunden dauernd; die Richtung schien von Südwest nach Nordost zu gehen. Der Stofs sowohl als das Getöse wurden auch in den Bergwerken bei Münsterthal wahrgenommen. In Freyburg erfolgte gleich darauf ein starker NW. Sturm mit Schneefall. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 126. — *Münsterthal* liegt 2½ geogr. Meile S. g. W. von *Freiburg*, aber gerade in der Richtung, in welcher sich die Erschütterung geäufsert hat,

— 24 1 U. Ab. und 1 U. 20′ wieder starke Erschütterungen in und um *Almoradi* in *Murcia*. Preufs. Staatsz. No. 136 B.

— 28. Im Meere bei *Livorno* entstand eine zwar mit heftigem Sturme begleitete Bewegung, die aber von solcher Eigenthümlichkeit war, dafs man sie für Wirkung eines Erdbebens hielt. Viele Schiffe wurden von ihren Ankern gerissen; von Zeit zu Zeit erschienen feuerrothe Streifen am Horizonte, die blitzend ver-

1829.

schwanden, und die Magnetnadel änderte alle Augenblicke ihre Richtung. — Allgem. Zeit. 1829, No. 132 S. 528. — Pr. Staatsz. No. 137 B. — Dorfz. No. 92.

April, ohne Angabe des Tages. Zu *Jakson*, im Staate *Tenessé*, Nordamerika, empfand man eine ziemlich starke, lang anhaltende Erderschütterung. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 181 B.

— In diesem Monate wütheten in mehreren Gegenden heftige Stürme mit Gewittern und Hagel. Am 2. in *Parma;* am 17. in *Kalisch* (Polen); am 25. in *Lichtenberg* (Obermainkreis, Baiern); am 28. in *Rom;* am 28. und 29. im *Spessart.* In *Spanien* (*Granada, Valladolid* und and. Gegenden) fast den ganzen Monat hindurch unaufhörlicher Regen, der grofse Ueberschwemmungen verursachte. Eben so in *Schweden*, wo fast alle Bäche, Ströme und Seen auf eine noch nicht erlebte Weise austraten; dabei lag noch hoher Schnee.

Mai 2. Abends. In der *Falkensteige*, im Landamte *Freiburg* (Baden), rifs sich ein grofses Felsenstück los, stürzte 400 Fufs hoch herab und zerschmetterte ein Haus. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 133 B.

— 4. Von diesem Tage wird aus Madrid geschrieben: Zu *Puebla de Senabria*, unweit *Valladolid*, hat man starke Erdstöfse empfunden, die aber keinen Schaden gethan haben. — Allgem. Zeit. 1829, No. 140 S. 557.

— 5. *Gotha.* In dem *Krahenberge*, einer mit Eichenwald bewachsenen Anhöhe, dreiviertel Stunden nordwestlich von der Stadt, hatte man, an diesem Tage, und schon vorher am 7. April auf ganz gleiche Weise, eine Erscheinung wahrgenommen, die ich nach dem Berichte eines Zeugen derselben, den ich darüber selbst einige Tage nach dem Vorfall genau vernommen habe, hier beschreibe. Dieser Zeuge, der Kreiser Eberhard aus *Goldbach* und einige Holzhauer, über welche er die Aufsicht zu führen hatte, safsen am 5. Mai im un-

1829.

tern Theile des genannten Waldes, zwischen Herrenweg und dem Dorfe *Remstätt*, unweit der *Fuchsecke*, auf einem Schlage, um zu frühstücken. Plötzlich hörten sie unter sich ein schnell vorübergehendes, aber starkes Getöse, gleich als ob eine Last grofser Steine auf einmal von einem Wagen herabgeschüttet würde, oder als ob ein Gebäude zusammenbräche; diesem Getöse folgte schnell eine unter ihnen von Süd nach Nord hinstreichende Erschütterung des Bodens. Die Luft war dabei ganz unbewegt. Die Leute sahen sich erschrocken an, und, den Grund dieser Erscheinung nicht begreifend, suchten sie ringsumher, ob vielleicht eine Eiche niedergestürzt wäre, fanden aber Nichts.

Am 7. April 9 U. M. hatten dieselben Männer und noch einige mehr an derselben Stelle ganz dieselbe Erscheinung wahrgenommen, nur mit dem Unterschiede, dafs damals die Erschütterung in der entgegengesetzten Richtung, nämlich von Nord nach Süd unter ihnen hingestrichen war. Dieser Umstand scheint mir die Erscheinung zu erklären, und die Vermuthung zu rechtfertigen, dafs sie kein Erdbeben war (wofür das Gerücht sie ausgegeben hatte), sondern ein Erdfall, der sich im Innern des Berges ereignete und nicht zum Tagebruch kam. Dieses anzunehmen erlaubt auch die Beschaffenheit des Bodens. Die Oberfläche des Krahenbergs besteht aus Muschelkalk, welcher um Gotha her ein mächtiges, in welligen Formen gebogenes, hie und da Höhlen enthaltendes Gypslager bedeckt. Wahrscheinlich ist am 7. April ein Theil des Gewölbes einer solchen Höhle im Gyps von Norden her eingestürzt, und erst am 5. Mai der andere Theil von Süden her nachgebrochen, während sich die gewölbartige, darüber hingebogene, überaus mächtige Decke des sehr festen Muschelkalks noch erhalten hat. Sehr wird diese Vermuthung durch den Umstand unterstützt,

1829.

dafs ganz nahe bei der Stelle, an welcher die Erschütterung empfunden wurde, sich zwei tiefe uralte Erdfälle befinden.

Mai 5. — Nach Mittage. — Einige heftige Erdstöfse auf dem schon am 13. April erschütterten Landstriche an den Macedonischen und Thracischen Küsten. Sie wurden von *Salonichi* bis *Constantinopel* und zu gleicher Zeit sogar in *Bucharest* empfunden. Im südlichsten Theil dieses Landstrichs waren diese Erschütterungen am heftigsten und zerstörend, in *Salonichi* warfen sie Häuser, Moscheen und einen Theil der Stadtmauer um, und bis zum 10. wurde dort die Erde mehrmals bewegt. Die kleine Stadt *Drama* soll ganz zerstört worden seyn, und viele Dörfer umher sehr beschädigt. Auch die Städte *Kawala* und *Seres* litten viel, und in *Adrianopel* hatte man zwischen dem 13. April und 5. Mai fast täglich Bewegungen gefühlt. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 188 B.

— 13. 4 U. M. *Petropaulowsk*, *Sibirien.* Erderschütterung. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 343.

— 15. bis 17. Bei *Torrevieja* zählte man in diesen Tagen wieder fünfunddreifsig Erdstöfse. — Dorfz. 1829, No. 105.

— 19. *Mexico.* Ein heftiger Erdstofs. — *Annal. de chimie et de phys. T. XLII p.* 348.

— 21. bis 22. in der Nacht. *Albano, Genzano, la Riccia* und *Castel Gandolfo, Kirchenstaat,* 16 Erdstöfse an diesem und einigen folgenden Tagen. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 165. — *Annal. de chim. T. XLII p.* 348 und 349. — *Journ. de Francf.* 1829, *No.* 163.

— 22. 10 U. 45′ M. *Gräz,* Oestreich. Nachdem es ungefähr acht Tage lang ununterbrochen geregnet hatte, erfolgte ein ziemlich heftiger Erdstofs, und gleich darauf wieder starker Regen, der jedoch nicht über eine halbe Stunde anhielt. Hierauf erheiterte sich der Him-

1829.

mel und es folgte schönes warmes Wetter. Das Erdbeben berührte die Vorstädte *Graben*, *Geydorf*, *St Leonhard*, *Morellenfeld*, *Münzgraben*, *Jacomini* und mehrere Theile der inneren Stadt. Am fühlbarsten die drei *Säcke*, die *Neuthor-* und *Räuber-Gasse*, während die Vorstädte auf dem rechten Ufer der *Mur* Nichts davon empfanden. Die Richtung des Stofses ging von NO. nach SO. (?). Der Stofs war perpendicular (?) und dauerte ungefähr 1 Secunde. Bemerkt wird, dafs er an einigen Punkten als von unten herauf kommend, an andern, z. B. in *Geydorf*, so empfunden wurde, als ob von oben herab auf das Dach ein heftiger Druck erfolgte. Beschädigung an Gebäuden fand dabei nicht statt. — Preufs. Staatszeit. 1829, No. 157.

— 23. 5 U. Ab. *Constantinopel* und *Scutari*. Zwei Erdstöfse, die in Constantinopel keinen Schaden verursachten, aber auf der Asiatischen Seite Gebäude beschädigten. Sie sollen auch in den *Dardanellen* empfunden worden seyn, und den Schlössern Beschädigungen zugefügt haben. — Casseler Zeit. 1829, No. 184 S. 955.

— 23. Von diesem Tage schreibt der Profess. Schulz (aus Giefsen) von *Baku* aus: Seit dem Anfange Januars hört man die Mauern von *Alt-Schamachi* krachen, in Folge der Erderschütterungen, die jede Nacht von 2 bis 3 Uhr eintreten. — *Moniteur*, 1829, *No.* 336 *p.* 1843, cit. Augsb. Zeit. — Dieselbe Quelle, die im vorjährigen Verzeichnisse, Ann. Bd. XXV S. 81 angegeben ist.

— 29. *Jamaica*. Ein heftiger Erdstofs. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 203.

Auch dieser Monat zeichnete sich durch besondere meteorische Erscheinungen aus, die in mehreren Gegenden eintraten. Am 1. zu *Memel* ein furchtbarer Sturm, am 9. und mehrere Tage vorher Orcane auf dem Vorge-

1829.

gebirge der guten Hoffnung. — Vom 12. bis 18. ein ungewöhnliches Steigen der *Elbe* und *Oder*, auch einiger ihrer Nebenflüsse, das viele Zerstörung anrichtet; bei *Wehlstädtel* an der Elbe wurde dabei ein ganze Felsenwand in den Strom gestürzt. — Am 29. verwüsteten Sturm und Regen die Gegend von *Palma* im District von *Nola*. Am *Caucasus* fiel während des ganzen Frühlings so vieler Regen, dafs der *Kur* aus seinen Ufern trat u. s. w.

Junius 1. *Albano*. An diesem und einigen vorhergehenden Tagen erfolgten wieder einige Erderschütterungen, stärker als die im Mai und Schaden anrichtend. Am 1. 10 U. M. fühlte man auch in *Bonn* ein leichtes Beben in der Richtung von O. nach W. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 170.

— 2. *Warmbrunn, Schlesien*. Das dortige, sonst klare Mineralwasser zeigte sich an diesem Tage blau und molkig. In der Nacht vom 2. zum 3. empfand man auf der *Schneekoppe*, im Riesengebirge, drei Erdstöfse. — Dorfz. 1829, No. 110. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 169 B. und No. 175. B.

— 1. bis 10. *Torrevieja, Valencia*, hier wurden während dieser zehn Tage wieder 68 Erdstöfse gezählt, unter denen einige sehr stark waren. — *Ann. de chim. T. XLII p.* 349.

— 17. Von diesem Tage wird aus *Mexico* geschrieben: Seit Einem Monate sind wir schrecklich von Erdbeben geplagt. Wir hatten neulich sechs Stöfse zwischen 9 Uhr Ab. und 2 U. M., die zwei bis drei Tage darauf wiederholten. Viele Leute flohen auf die öffentlichen Plätze. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 223.

— 19. *Almoradi, Murcia*. Bei Sonnenaufgang ein starker Erdstofs, 6 U. M. ein schwächerer, $6\frac{1}{2}$ U. Ab. ein dritter. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 197.

— 24. 7 U. 10′ Ab. *Paris*. Einige Erderschütterungen,

nach

1829.

nach Angabe einiger in der Strafse du Mont Parnasse wohnender Personen. — *Annal. de chim. T. XLII p.* 349.

Junius 26. *Caen*, Frankr., Dep. *Calvados*, und in der Umgegend, eine leichte Erschütterung von 2 Secunden Dauer. — *Ann. de chim. T. XLII p.* 349.

— 28. gegen 8 U. Ab. *San Pedro del Pinatar*, *Murcia*, starkes Erdbeben. — Pr. Staatsz. 1829, No. 212.

Julius 1. *Ungarn.* Erdstöfse in *Debreczin*, *Vamos*, *Perts*, 3 Stunden von Debreczin, *Karczag* in *Grofs-Cumanien*, *Nagy-Karoly* im Zabolscschen Comitat, *Szathmar*, *Erlau* und an mehreren anderen Orten. Die gröfste Ausdehnung des erschütterten Bezirks, von W. nach O., beträgt 45, und von N. nach S. ungefähr 10 geogr. Meilen. Nach dem Berichte des Dr. von Staintz zu *Nagy-Karoly* (*Kallo*) erfolgte 4 U. M. dort der erste Stofs; an demselben Tage, 8 U. 40' Abds., erfolgten mit einem Getöse, das dem Rollen eines mit leeren Fässern beladenen Wagens ähnlich war, zwei wagerechte Erderschütterungen in der Richtung von NO. gegen SW., oder wie Andere bemerkt haben wollen, von SW. nach NO. Jede dieser Erschütterungen dauerte 2 Secunden, und die Pause zwischen beiden eben so lange. Sie brachten ein Schwanken beweglicher Gegenstände hervor, der Barometerstand scheint dabei keine Veränderung erlitten zu haben. Die Brunnen enthielten um die Zeit dieses Erdbebens und nach demselben trübes und ekelhaftes Wasser, was aber durch die vorhergegangenen häufigen und heftigen Regengüsse bewirkt worden seyn kann. Der Berichterstatter bemerkt, dafs vor und während dem Erdbeben Thiere, besonders Hunde und Katzen, grofse Unruhe gezeigt, geheult und in der Erde gescharrt hätten. Der Berichterstatter macht auf die dem Erdbeben vorhergegangene Witterung aufmerksam, und glaubt

1829.

sie als Vorläufer jenes Phänomens betrachten zu können. Sie zeigte ungefähr dieselben zum Theil ungewöhnlichen Erscheinungen, die man zugleich im übrigen Europa wahrnahm, besonders vom 23. Junius an, wo drückende Hitze eintrat, welcher Sturmwinde und Platzregen folgten. Merkwürdig sind besonders starke nächtliche Beleuchtungen des selbst bewölkten Himmels, und flammenähnliche Röthe, die man in den letzten zwei Tagen vor dem Erdbeben dort beobachtet haben will. — In *Debreczin* hatte man seit dem J. 1746 kein Erdbeben empfunden. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 200, 218 B. und No. 235.

Julius 3. bis 4. in der Nacht. *Zwolle*, *Oberyssel*. Ein leichter Erdstofs, während dessen das bis dahin stürmische Wetter sich in eine völlige Windstille verwandelt. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 197.

— 30. 5¼ U. Ab. *Neusohl*, *Ungarn*. Erdbeben, ohne Schaden. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 235.

Die schweren Gewitter, Hagelfälle und Orcane nahmen in den beiden Monaten Junius und Julius auf eine fast beispiellose Weise überhand. — Anfangs Junius wüthete ein sehr verwüstender Orcan zu *Solikamsk* im Russischen Gouvernement *Perm*. Am 2. erfolgte in den Ungarischen Gebirgen ein ganz ungewöhnlicher Schneefall, und in den darauf folgenden Tagen traten die Theifs und andere Flüsse aus den Ufern. Am 5. war bei starken NW. Wind eine für diese Jahreszeit ungewöhnliche Fluth bei Emden, durch welche die Halbinsel *Nesserland* Schaden litt. — Am 9. und 10. Junius brachten Stürme und heftige Regengüsse Ueberschwemmungen in *Schlesien* und *Böhmen*, besonders im Thale von *Hohenelbe* und im *Marschendorfer* Gebirge. Die *Elbe*, die *Iser*, der *Zacken* und *Bober* schwollen zu beispielloser Höhe an. Vom 1. bis 9. Jun. fiel im Riesengebirge unaufhörlich Regen, und end-

1829.

lich bei NO. Stürmen Schnee. Am 7. stieg bei *Ingolstadt* die *Donau* plötzlich um 10 Fuſs, der *Lech* trat aus und verwüstete unweit Augsburg gegen 1000 Tagewerk Wiesen und Aecker durch Ueberfluthung und Versandung. Am 15. Jun. war zu *Cazorla* (*Jaen, Spanien*) ein Hagelwetter, wobei Hagelstücke von 4 Pfund fielen, Dächer und Häuser zerstörten, begleitet von einem Orcan, der Menschen in die Luft führte. Etwas ähnliches ereignete sich an demselben Tage zu *Talavera de la Reina*. Auch am 17., 18., 19. wurden mehrere Gegenden Spaniens von schweren Gewittern und Hagelwettern betroffen. Am 17. gegen Abend traf *Berlin* ein heftiger SW. Sturm. Am 24. Hagel und Gewitter zu *Zwingenberg* am *Neckar;* zugleich zu *Tarava* in Frankreich. Am 25. eine Wasserhose bei *Trier*. Am 28. ein schweres Gewitter mit Hagel in *Thüringen* im *Ilmthal*, zu *Krannichfeld*, *Weimar* u. s. w.; zugleich im *Vogelsgebirge*. Am 30. zu *Pultusk* eine Wasserhose, die die stärksten Bäume entwurzelt. In den letzten Tagen ein schwerer Hagelfall im Umkreis von sechszehn Gemeinden um *Lauterbach* im *Darmstädtschen*, wobei hie und da der Hagel einen halben Fuſs hoch lag u. s. w.

Am 5. Julius bei *Arnstein* im Baierschen *Unter-Maynkreise* Sturm mit Hagel, Wasserhose und Wolkenbruch. Am 8. zu *Genf* Gewitter mit einem Orcan, der Dächer abwarf. Am 9. trifft ein furchtbares Hagelwetter in Oestreich die Gegend von *Gumpoldskirchen*, *Thalern*, *Möllersdorf*, *Neudorf*, *Laxenburg*, *Hochau*, *Biedermannsdorf* und *Hennersdorf;* an demselben Tage ein schweres Gewitter in *München* und *Straſsburg*, wo der Blitz den Münster vier Mal getroffen haben soll. Am 14. dergleichen in *Zwolle*. Am 15. wurden in Frankreich die Gemeinden *Arcis sur Aube*, *Ormes*, *Allibaudières*, *du Chine*, *Champigny*, *Vilette*,

1829.

Torcy, *Pouan*, auch *Vitry* durch Hagel verwüstet. Am 16. traf der Blitz ein Gebäude zu *Brinkum*, 2 Stunden von Bremen; an demselben Tage den Ableiter des Pulvermagazins der Caserne von *Luxemburg*. Am 17. schwere Gewitter mit Hagel in der Preußischen Provinz *Niederrhein* zu *Eschweiler*, *Rheina*, *Andernach*, *Neuwied* u. s. w., es fielen Hagelkörner von 6 bis 10 Loth. Am 18. in der Gegend von *Krakau* eine verwüstende Wasserhose mit Hagel. Am 20. zu *Brüssel* und *Düsseldorf* schwere Gewitter mit Hagel. Um dieselbe Zeit wurde in *London* geklagt über die unaufhörlichen Regen, die der Ernte Schaden drohten, und in *Madrid* über Dürre und Wassermangel. Am 23. fiel zu *Méru*, im Franz. Dep, *de l'Oise*, ein Wolkenbruch, und in den darauf folgenden Tagen richtete ein mit Gewitter begleiteter Sturm zu *Canterbury* und in benachbarten Städten und Häven vielen Schaden an. Am 25. und 26. Orcan zu *Bordeaux*, und am 26. höchst verwüstende Hagelwetter in den Departements *Vienne*, *Charente* und *Gironde;* in mehr als 125 Gemeinden werden die Ernten zerstört. Von *Poitiers* bis *Cavignac* Alles verwüstet. Auf der Küste von *Ambès* scheitern viele Fahrzeuge. Am 26. in den Hannöverschen Aemtern *Bruchhausen* und *Hoya* eine verwüstende Windhose, in *Augsburg* dreimaliges Einschlagen des Blitzes, in *München* tödtet derselbe einen Knaben, in *Tyrol* wird an demselben Tage die Gegend von *Grän*, *Nesselwangle*, *Hinterbühel*, *Oberletzen*, *Massau*, *Pinswang*, *Pflach* und *Reuth* von Hagelschlag getroffen. Am 27. Sturm mit Gewitter und Hagel in *London*, heftiges Gewitter und mehrmaliges Einschlagen des Blitzes in *Paris*, in *Baiern* wurden an demselben Tage mehrere hundert Orte von Gewittern mit Hagel heimgesucht. Vom 27. bis zum 29. leidet *Schweidnitz* und die Gegend umher, so wie das

1829.

Eulengebirge von Wolkenbrüchen und den heftigsten Regengüssen, besonders der Ort *Wüsten-Waltersdorf*. Am 29. traf der Blitz in der Nähe von *Erlangen* ein Bauerhaus und tödtete ein Kind.

August 7. 3 U. M. Zu *Colmar, Belfort* und an mehreren Orten im Elsafs mehrere von fernem donnerähnlichen Getöse begleitete Erderschütterungen. — *Annal. de chimie, T. XLII p.* 349.

— 17. (oder 18.?) $3\frac{1}{4}$ U. Ab. Ein ziemlich starker Erdstofs wird empfunden zu *Gothenburg, Christianshavn, Amager, Kopenhagen* und auf einem in der Gegend von *Dobberan* vor Anker gelegenen Dampfschiffe. In *Kopenhagen*, wo man seit dem 1. November 1755 keine Erderschütterung empfunden hatte, dauerte diese einige Secunden, und ihr voraus ging ein hohles Donnern, wie vom Rollen eines Wagens durch ein Thor. Die Richtung des Stofses kam aus NW., und war stark genug, um ein Wanken der Möbeln, ja selbst der Wände hervorzubringen. Das Barometer, welches vom Morgen bis gegen 12 U. Mittag um 3 Linien gestiegen war, änderte im Augenblick des Stofses seinen Stand nicht im Mindesten. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 238 und 249.

— 20. *Port Antonio, Jamaica.* Zwei leichte Erdstöfse. Preufs. Staatsz. 1829, 315.

— 28. In den *White-Mountains* in *Newhampshire, Amerika*, erfolgte ein grofser, sehr zerstörender Bergfall. — Brewster, *Journ. of science, New. Serie Vol. I p.* 299.

— 31. bis Sept. 1. Nachts, im *Wologdaschen* und *Archangelschen* Gouvernement Erderschütterungen bei stillem Wetter. Im ersteren erfolgten innerhalb 15 Minuten deren drei, von unterirdischem Getöse begleitet, die mehrere Gebäude wanken machten, und in einer Kirche Lampen von einem hangenden Leuchter herab-

1829.

warfen. Im letzteren erfolgten nur zwei Stöfse ohne Geräusch und ohne Schaden zu thun. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 353.

Die schweren Gewitter und Stürme dauern fort. In den ersten Tagen traf ein solcher die Dörfer *Buchpöllnitz* und *Mittelpöllnitz* bei *Ilmenau* in *Thüringen*; der Blitz schlug in ein Haus und tödtete einen Knaben. Am 4. und 5. thaten Stürme an den Englischen Küsten grofsen Schaden. Am 4. war zu *Rom* unerträgliche Hitze und zu *Clermont* in Frankreich Schneefall. Am 12. wurde die Gegend von *Murcia* durch eine grofse Ueberschwemmung verheert. Am 14. schlug in *Berlin* der Blitz ein, und zu *Gumbinnen* desgleichen fünf Mal, dort sollen während des Gewitters drei Feuerkugeln gesehen worden seyn; eine andere Nachricht setzt diese Begebenheit in die Nacht vom 14. bis 15. Julius. Am 15. verheerte ein Wirbelwind die Gegend von *Porchoff* im Russischen Gouvernem. *Pskow*. In *Schottland* thaten in der Mitte des Monats häufige Regengüsse und Ueberschwemmungen vielen Schaden. Am 30. ein starker Schneefall zu *Madrid*. In *Schweden* zerstörte unaufhörlicher Regen die abgehauenen Feldfrüchte, und in *Croatien* klagte man noch am 22. über anhaltende Dürre.

September 6. 3 U. 25′ Ab. *Cremona*, ziemlich starkes Erdbeben in der Richtung von S. nach N. und in mehreren gegen 4 Secunden dauernden Schwingungen, mit unterirdischem Getöse. Das Gewölbe der St. Dominicus-Kirche spaltete sich an einigen Stellen; mehrere Schlöthe fielen ein, Glocken schlugen an, und Mauern und Gewölbe einiger Häuser litten Schaden. Der Himmel war neblig, der Wind Nord, später heiterte sich der Himmel auf und die Sonne kam hervor. — $8\frac{1}{4}$ U. Abends erfolgten noch 3 Sec. lang einige Schwingungen mit dumpfem Getöse. — Pr. Staatsz. 1829, No. 263.

1829.

September 9. 10½ U. M. *Frankfurt am Mayn.* In einigen Theilen der Stadt glaubte man einen Erdstofs empfunden zu haben. Da aber zu gleicher Zeit eine Art von Windhose über die Stadt gezogen war, so bleibt es zweifelhaft, ob nicht diese allein die Erschütterungen, die man empfand, hervorgebracht haben mag. — Allgem. Zeit. 1829, No. 258 B., S. 1031. — Preufs, Staatsz. No. 259. B.

— 26. *Valparaiso, Chili.* Ein Erdstofs, der an Heftigkeit dem v. 19. Nov. 1822 nichts nachgab, aber von viel kürzerer Dauer war. Die Gebäude hatten zwar bedeutend gelitten, aber bei weitem nicht so viel als damals. — Preufs. Staatsz. 1830, No. 49 B. S. 351. — Nach anderen Nachrichten, welche dieses Erdbeben auf den 26. October setzen, war die Zerstörung hier und in *St. Jago* sehr grofs, und das Dorf *Casablanca* wurde fast ganz verschlungen. — Froriep's Notizen, No. 584 (Bd. 27 No. 12) S. 186. — *Annal. de chim. T. XLV p.* 398.

Heftige meteorische Erscheinungen dauern auch im September fort. Vom 1. bis 3. erfolgten nach starken Gewittern und Regengüssen grofse Ueberschwemmungen der *Saale* und *Unstruth*, bei *Naumburg*, *Weifsenfels* u. s. w. — Verwüstendes Austreten von Bergströmen ereignete sich in denselben Tagen und bis zum 6., in den unteren *Rheingegenden*, an der *Roer*, *Erst*, *Inn*, *Sieg* und *Acher*. Ein gleiches erfolgte am *Mayn*, über *Schweinfurt* u. s. w. Im Canal wütheten in der ersten und zweiten Woche dieses Monats die heftigsten Stürme. Auch die Gegend von *Gent* wurde durch Gewitter mit Wirbelwind verwüstet. — In *Norwegen* thaten unerhörte Wasserfluthen bedeutenden Schaden. — Am See von *Lugano* entstand am 14. aus einem starken Südwestwinde ein Wirbelwind mit Schneegestöber und Wasserhose, wobei die Gegend zwischen

1829.

Magadino und *Bellinzona* überschwemmt wurde. — *Moniteur*, 1829, *No.* 271 *p.* 1589. — Am 25. erfolgte nach anhaltendem Regen in den Gebirgen *Graubündens* ein Anschwellen des *Rheins*, das besonders bei *Saletz*, *Monstein*, *Au*, *St. Margareth* und *Rheinau* vielen Schaden that.

October 5. 10 U. 5′ M. in der Gegend von *Mürzzuschlag* im *Brucker* Kreis von *Steiermark* ein Erdbeben, das bis nach Oestreich empfunden worden seyn soll. Seine Richtung war von NO. nach SW. Ein Stall aus Mauerwerk stürzte ein. — Pr. Staatsz. 1829, No. 297. B.

— 12. 11 U. Ab. *Gessenay* (*Saanen*), Canton *Bern*, eine von unterirdischem Getöse begleitete Erderschütterung, bei stillem kalten Wetter. — An demselben Tage bekam im *Sixthale*, nicht weit vom *Montblanc*, ein Berg einen so beträchtlichen Riſs, daſs man einen Bergfall befürchtete. — Preuſs. Staatsz. 1829, No. 308. — Leonhard und Bronn, Jahrbuch f. Mineralogie, Bd. 1. S. 105.

— 13. *Murcia* und *Orihuela*. Neue Erderschütterungen. — Preuſs. Staatsz. 1829, No. 308. B.

— 20. 4½ U. M. und 3¾ U. Ab. *Granada*, *Spanien*, drei Erdstöſse, denen ein furchtbares unterirdisches Getöse vorausgeht. — Allgem. Zeit. 1829, No. 318. S. 1270. — Preuſs. Staatsz. 1829, No, 324.

— 26. Erdbeben zu *Valparaiso*, *Chili*. Oder am 26. September? — S. oben bei diesem Tage.

Von meteorischen Begebenheiten dieses Monats sind zu erwähnen: — Ungewöhnliche Hitze in *Neapel* in den ersten Tagen = 26° R. — Vom 6. bis 9. Schneefall an vielen Orten *Deutschlands*, hie und da ungewöhnlich stark. Die heftigsten Stürme im *Adriatischen Meere* an den Küsten von *Triest* und *Fiume*. Triest wird zum Theil überschwemmt, viele Schiffe werden beschädigt, und der Leuchtthurm am Lazareth wird um-

1829.

geworfen. Auch bei *Genua* wüthet ein Orcan, der aus SW. in WSW. und endlich in NW. übergeht, am 7. von 11 U. Abends bis zum 8. 4 U. M., dabei hohe Fluth. — Am 14 fiel zu *Kopenhagen* bei einem Thermometerstand von — 2,5° R. so vieler Schnee, dafs er mit Wagen aus der Stadt geschafft werden mufste, die stehenden Gewässer belegten sich mit Eis, und es stürmte so heftig, dafs mehrere Schiffe strandeten. An demselben Tage hatte man in *Neapel* +24° R. und in *Madrid* fiel Schnee. Zu *Bromberg* und Umgegend trat in der Mitte des Monats heftiger Frost ein, der gegen 11 Tage dauerte, am 29. fiel dort der erste Schnee und am 5. November hatte man Gewitter.

November 1. Ein Bergfall bei dem Dorfe *Lamothe-Chalançon* unweit *Orange*, Depart. *de la Drôme*, durch welchen der Bach *Oule* gehemmt, und ein kleiner See gebildet wurde. — *Annales des sciences naturelles, T. XIX p.* 424.

— 9. stürzten von einem Berge über dem See von *Nantua* und dem Wege nach *Genf* Felsenstücke herab. Der Fall dauerte acht Minuten. Ein Haus wurde beschädigt. — *Moniteur*, 1829, *No.* 321 *p.* 1784.

— 23. und 25. *Bucharest* und umliegende Gegend von heftigem Sturme begleitet, mehrere steinerne Gebäude stürzten ein. — Allg. Zeit. 1829, No. 355 S. 1420 No. 358 B.

— 26. gegen 4 U. Morg. Heftiges Erdbeben auf einem sehr grofsen Landstriche von *Siebenbürgen* bis nach *Kiew* empfunden. Die äufsersten Endpunkte im Westen der erschütterten Gegend waren *Hermannstadt*, *Czernowitz* und *Bucharest*, in Osten die Gegenden von *Kiew* und *Jekaterinoslaw*, ein Landstrich, dessen gröfster Durchmesser SW. nach NO. über hundert, und von S. nach N. gegen 40 geographische Meilen beträgt. Wenn es gegründet ist, dafs auch im *Ban-*

nat etwas von diesem Erdbeben empfunden worden ist, so würde dieses der westlichste Punkt des Striches seyn, auf welchem es sich geäufsert hat. Am heftigsten scheint dieses Erdbeben am südwestlichen Ende des erschütterten Landstrichs gewesen zu seyn: in *Bucharest* und in der Umgegend, wo auch schon Tags vorher Erschütterungen empfunden worden waren. In der Stadt sollen 115 Häuser unbewohnbar, und 15 Häuser so beschädigt worden seyn, dafs man nicht wagen durfte sie zu besuchen. *Kimpina*, auf dem Wege nach *Kronstadt*, soll noch mehr gelitten haben, und daselbst eine Kirche eingestürzt seyn. Auch in *Kronstadt* fühlte man die Bewegung. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 356 B.

Von *Hermannstadt* wird berichtet: Morgens halb 4 U. ward ein dumpfes Sausen vernommen, welches sich nach einigen Minuten drei Mal, dem heftig brausenden Winde ähnlich, wiederholte, und mit einem Gläser, Schränke u. s. w. stark rüttelnden Erdbeben endete. Zimmerdecken und Mauern erhielten Risse. Das Schwanken der Erde schien von NO. nach SW. zu gehen. Der Stöfse waren mehr als zwölf, wovon die drei letzten die stärksten waren. 43 Minuten vor 4 Uhr Morg. war die Erscheinung beendigt. — Ebendaselbst, No. 359.

Von *Mediasch* in Siebenbürgen wird $3\frac{3}{4}$ U. M. als der Zeitpunkt des Erdbebens angegeben, und dasselbe als eine wellenförmige, in vier binnen 8 bis 10 Minuten sich folgenden Schwingungen bestehende, von NW. gegen SO. gerichtete Bewegung geschildert, welche stark genug war, um Glocken in Häusern, auch ein Stundenglöckchen am Thurm anschlagen zu machen. — Ebendaselbst, No. 353. B.

In *Czernowitz* (am *Pruth*) erhob sich um Mitternacht ein starker Wind und hielt bis ungefähr 3 U.

1829.

Morgens am 26. an. Er hatte sich ganz gelegt als man das Erdbeben fühlte. Auf dasselbe folgte dort und in einem grofsen Theile der Moldau starker Schneefall. — Preufs. Staatsz. No. 347. B.

In *Jassy* war das Erdbeben sehr stark, 4 U. M. wird als die Zeit, und die Bewegung als horizontal von West nach Ost gerichtet angegeben, in derselben Richtung liefs sich ein dumpfes unterirdisches Getöse vernehmen. Einige Kirchen und Gebäude haben bedeutende Risse in den Wölbungen bekommen, auch stürzten Schornsteine ein. — Dort wurde an demselben Tage zwischen 7 und 8 U. Ab. noch eine, aber sehr leichte Erschütterung gefühlt. — Ebendaselbst.

In *Kischenew* (*Bessarabien*) dauerten die Erschütterungen gegen 3 Minuten, viele Gebäude wurden beschädigt und die Hauptmauern mehrerer von Grund aus erschüttert. — Ebend. No. 350.

In *Dubossary*, NO. von *Kischenew*, wirkte das Erdbeben ungefähr eben so. — Ebend.

Von da erstreckten sich seine Wirkungen nordöstlich durch den *Olviopolschen Kreis*, von woher man Nachrichten aus dem davon betroffenen Dorfe *Swanolfka* hat. — Ebend. No. 356.

Der nördlichste Punkt, wo es, den bekannt gewordenen Beobachtungen zufolge, empfunden wurde, ist *Kiew*, und zwar der *Petschersche* Stadttheil. Die Bewegung erfolgte dort ebenfalls gegen 4 U. M., dauerte gegen 4 Minuten, und bewegte einiges Hausgeräthe.

Im Gouvernement *Pultawa* wurde es zu *Chorol* empfunden, und zwar, dem Angeben nach, nicht die an anderen Orten 4 Uhr empfundenen Stöfse, sondern einige Erschütterungen, die erst 5 Uhr 45′ erfolgten. Sie sollen daselbst 10 Minuten lang wiederholt haben.

Jekaterinoslaw, im gleichnamigen Gouvernement am *Dnieper*, ist nach den vorhandenen Nachrichten der

1829.

östlichste Punkt, bis zu welchem sich die Wirkungen dieses Erdbebens geäufsert haben. Die Entfernung von der Gränze zwischen dem *Bannat* und *Siebenbürgen* bis hieher, beträgt 116 geogr. Meilen. Hieher erfolgte die Erschütterung gleichfalls gegen 4 U. M. und dauerte einige Secunden. In den höheren Theilen der Stadt empfand man sie stärker als in den niedrig gelegenen; und bemerkenswerth ist, dafs bei einem, auf einer Anhöhe gelegenen steinernen Gebäude nur die Südseite, die Nordseite aber gar nicht gelitten hat. — Preufs. Staatsz. No. 353.

In Süden geht die Linie, auf welcher dieses Erdbeben sich äufserte, von *Bucharest* bis zu der Mündung des *Dnieper*, 80 geogr. Meilen lang, und auch hier war es in den östlichen Theilen dieser Linie viel schwächer als in den westlichen. In *Reni* stürzten viele Schornsteine ein, Mauern bekamen Risse und in der Cathedrale fielen Bilder von den Wänden herab. In *Ismail* wurde es empfunden, an beiden Orten sowohl 4 U. M. als gegen 8 U. Ab. wie zu *Jassy;* in *Akierman* 4 U. M. In *Tiraspol* desgleichen, wo viele Mauern Risse bekamen. In *Odessa* (wovon hernach). In *Otschakoff*, wo eine Erderschütterung schon 3 U. Morg. erfolgt seyn soll, dagegen 4 U. keine. In *Nikolajew*, mit unterirdischem Gebrause. In *Iwanoffka* empfand man den Stofs sehr stark. In *Cherson* wurde das Arsenal etwas beschädigt. *Berislaw* ist auf der südlichen Gränze der östliche Punkt, an welchem, den vorhandenen Nachrichten zufolge, dieses Erdbeben gefühlt worden ist. Der untere Lauf des *Dnieper* scheint die Ostgränze seiner Wirkungen gebildet zu haben. Preufs. Staatsz. No. 248, 350, 352, 353, 356, 358, 360.

Alle die bisher mitgetheilten Nachrichten enthalten keine befriedigenden physikalischen Beobachtungen

1829.

über dieses Erdbeben, und selbst über den Zeitpunkt und über die Richtung der Bewegung sind sie schwankend, und zum Theil so beschaffen, dafs man sie für unwahrscheinlich halten mufs. Daher ist es erwünscht dafs wenigstens an Einem Orte der erschütterten Gegend von einem dazu geeigneten Manne sorgfältige Beobachtungen angestellt worden sind. Dieses ist zu *Odessa* von Haüy, Mitglied der Academie von *St. Petersburg*, geschehen. Seine in den *Ann. de chim. T. XLV p.* 398 mitgetheilten Wahrnehmungen sind folgende. Sie sind aus den *Mém. de l'Acad. de St. Petersburg, Ser.* 6 *T. I,* entlehnt; da diese mir aber nicht zur Hand ist, so theile ich sie aus der Französischen Zeitschrift mit.

Am 26. November 3 U. 58′ M. (wahre Zeit, bis auf $\frac{1}{2}$ Minute wenigstens genau) wurde Haüy geweckt durch leichte Schwingungen, welche ihm ungefähr der Anfang des Erdbebens zu seyn schienen. Sie nahmen zu während etwa $\frac{2}{3}$ Minute, darauf erfolgte ein ziemlich starker, einige Secunden lang fühlbarer Stofs, darauf nahm die Gröfse der Schwingungen erst ab, dann wieder zu gegen 1 Minute lang, worauf ein zweiter, sehr starker und länger als der erste dauernder Stofs folgte. Hierauf wieder erst Abnahme, dann Zunahme der Schwingungen, während 12 bis 15 Secunden, und hierauf der dritte Stofs, schwächer und von kürzerer Dauer als der erste; endlich ein abermaliger Zwischenraum, während dessen die Schwingungen ab- und zunahmen. Dieses dauerte gegen $\frac{1}{4}$ Minute, und darauf erfolgte der vierte und letzte Stofs, an Stärke dem dritten gleich und von 3 bis 4 Secunden Dauer. Ihm folgte abnehmendes Beben während ungefähr $1\frac{1}{4}$ Minuten. 4 U. 2′ 2″ war wieder Alles ruhig, aber während der 4 Minut. der vorhergegangenen Bebungen waren diese ganz unausgesetzt; das Krachen eines höl-

1829.

zernen Verschlags in dem Schlafzimmer des Beobachters hat ihm Gelegenheit gegeben, die einzelnen Schwingungen zu zählen, und er giebt deren 152 an binnen 30 Secunden.

Zu Bestimmung der Richtung der Schwingungen bot sich einem Bekannten Haüy's, dem Ingenieur Hrn. Chatillon, zufälligerweise ein gar nicht unpassendes Mittel dar: Eine gläserne, halb mit Wasser gefüllte Flasche, deren Wände an der inneren Seite des leeren Theils von oben herab bis auf die Wasserfläche mit Wasserdunst angelaufen waren. Von diesem Wasserdunst hatte das durch die Schwingungen bewegte Wasser an zwei einander gegenüber stehenden Seiten etwas abgewischt, so dafs zwei Segmente von reingewischtem Glase zwischen der wieder ruhig stehenden Wasserfläche und dem oben unversehrt gebliebenen Dunste abgezeichnet waren. Die Richtung, in welcher die beiden höchsten Punkte der Bogen dieser Segmente lagen, und eben so die der beiden niedrigsten Punkte, an denen die gegenüberstehenden Bogen sich schnitten, oder ihre Sehnen sich berührten, wurde gemessen. Beide Richtungen schnitten sich im rechten Winkel im Mittelpunkte des Bodens der Flasche, und die Linie durch die höchsten Punkte der Bogen lag 12° östlich vom magnetischen, d. i. 2° westlich vom astronomischen Meridian. An einer Seite lag der höchste Punkt des Bogens 8,25 Millimeter über der Fläche des ruhigen Wassers und an der gegenüberstehenden nur 7 Millimeter. Die Hauptrichtung der Schwingungen mufs daher 2° westlich vom Meridian gewesen seyn. Leider aber erklärt sich der Beobachter nicht darüber, ob der höhere Bogen gegen Nord oder gegen Süd gestanden hat, worauf hier Alles anzukommen scheint, um bestimmen zu können, ob die Richtung der Erschütterungen von N. oder von S. herkam. Wahr-

1829.

scheinlich lag der höhere Bogen nach der Seite zu, *nach* welcher die Erschütterung erfolgte; denn das Zurückfallen des Wassers mufste geringer seyn, als das durch den Stofs bewirkte Steigen desselben. Da man in *Jekaterinoslaw* wahrgenommen hat, dafs nur die südliche Wand eines Gebäudes gelitten hatte, die nördliche aber nicht, so möchte man vermuthen, die Stöfse seyen von Norden her erfolgt; denn in dieser Richtung konnten sie vielleicht der Nordseite eines Gebäudes, deren Rücken durch den ganzen Bau gedeckt war, nicht schaden, während sie die Südseite, die keine Stütze hinter sich hatte, hinausdrücken und beschädigen konnten. Auf der anderen Seite aber möchte man daraus, dafs in der ganzen betroffenen Gegend im Süden das Erdbeben viel heftiger war als im Norden, den Schlufs ziehen, dafs sein Hauptsitz in Süden gelegen habe, und die Stöfse gegen Norden gerichtet gewesen seyen.

Das Barometer, welches sowohl von Hrn. Haüy als von dem Französischen Consul in Odessa während der Erscheinung sorgfältig beobachtet worden war, zeigte nicht die mindeste Bewegung. Die Magnetnadel konnte nicht beobachtet werden.

November 27. 4 U. 5′ Ab. *La Rochelle* und *Rochefort*, Frankreich, Dep. *Charente*, einige aus der Höhe und von Süden her kommende starke Detonationen wurden gehört, von Donnerschlägen sehr verschieden, und von einigen Personen für die Wirkung eines auffliegenden Pulvermagazins gehalten. Darauf erfolgte aber eine schwache Erschütterung, und 1 Secunde später eine stärkere, welche die Fensterscheiben schwirren machte und nur wenige nicht fest stehende Gegenstände ein wenig bewegte. Wenige Personen glaubten in dieser Erscheinung ein Erdbeben zu erkennen, und hielten sie für ein in der Luft vorgegangenes Er-

1829.

eignifs. Da aber in der Gegend Niemand etwas von einem Meteor gesehen hatte, da kurz vor den Detonationen Thiere eine ungewöhnliche Unruhe gezeigt hatten, und da die Seeleute von drei Schiffen berichtet hatten, dafs sie in demselben Augenblicke, in dem man auf dem Lande die Wahrnehmung machte, geglaubt hätten, ihre Schiffe stiefsen auf Klippen, so hat man alle Ursache die Erscheinung für eine Erderschütterung zu halten. Das Barometer, das die Tage vor der Erscheinung sehr niedrig gestanden hatte, blieb während derselben ganz ruhig, und stieg erst, nachdem sie vorüber war, und der vorher trübe Himmel sich in Westen aufheiterte. — *Ann. de chim. T. XLII p.* 350.

November. An demselben Tage zu *Mondavio*, in der Delegation *Urbino*, auch zu *Todi* (Kirchenst.) nach einem heftigen Windstofse eine Erderschütterung. Am 29. ebendaselbst eine dergleichen. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 353 B.

— 30. 8 U. Ab. *Innsbrück*. Ein leichter, fast senkrechter Erdstofs, dem am folgenden Morgen 2 Uhr ein zweiter folgte. Am 30. herrschte völlige Windstille, früh war ein starker Nebel, der sich zu leichtem Gewölke erhob. Abends war der Himmel dicht bewölkt. Das Barometer blieb fest stehen. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 346.

Von besonderen meteorischen Erscheinungen aus diesem Monate ist eines heftigen Orcans zu gedenken, der in der Gegend von *Tiflis* (*Baschkischet*) am 5. Nov. viele Zerstörung anrichtete, und bei welchem die Sonne durch eine vor dieselbe tretende blutrothe Scheibe verfinstert worden seyn soll. Man weifs nicht was aus dieser sonderbaren Schilderung zu machen ist. — Preufs. Staatsz. 1829, No. 346. — *Moniteur, No.* 357 *p.* 1927. — Am 21. war in *London* ein so dichter Ne-

1829.

Nebel, dafs man sich selbst in dieser nebligen Stadt eines von gleicher Stärke nicht erinnerte; er zog nur durch einige Theile der Stadt. — An demselben und dem folgenden Tage, wie auch am 26. that ein Orkan in der Strafse von Gibraltar vielen Schaden. — Am 25. und 26. ein gleicher auf dem Caspischen Meere, welcher nach anderen Nachrichten am 25. und 26. December geweht haben soll, und zu Ende des Monats erfolgten um Madrid die heftigsten und anhaltendesten Regengüsse.

December 6. 5 U. M. In der Gegend von La Rochelle 3 bis 4 Lieues im Umkreise ein starkes Erdbeben. — *Ann. de chim. T. XLII p.* 351. Dieser Erdstofs, der keinen Zweifel über seine wahre Beschaffenheit gestattete, bestätigte die Meinung, dafs die am 27. wahrgenommene Erscheinung nichts Anderes gewesen sey.

— 9. $4\frac{1}{2}$ U. M. *Sta Fé di Bogota, Columbien,* desgleichen zu *Sta Ana, Honda, Cartago, la Vega de Zupia,* also in einem Bezirke von sechs Längengraden, zwischen der östlichen und mittleren Andeskette, eine schwache, 4 bis 5 Secunden dauernde Erderschütterung. — *Ann. de chim. T. XLV p.* 402.

— 22. *Belley, Frankr.,* Dep. *de l'Ain.* Eine starke, lange anhaltende Erderschütterung. — Ebend. *T. XLII p.* 351. — Der 29. Dec. für dasselbe Phänomen ist vermuthlich eine irrige Angabe. — Modenzeitung, 1830, No. 6 S. 48.

— 28. Von diesem Tage wird aus *Neapel* gemeldet: Seit einigen Tagen bemerkt man auf dem Gipfel des *Vesuv* häufige Auswürfe von Flammen und von Steinen, welche in den Krater zurückfallen. Der Vesuv war dabei mit Schnee bedeckt. Er erlitt auch während einiger Tage Erschütterungen, bei denen sich unterirdisches Brüllen hören liefs; aber das Austrocknen der Brunnen, der gewöhnliche Vorbote vom Aufstei-

1829.

gen der Lava, wurde noch nicht wahrgenommen. — *Moniteur*, 1830, *No.* 20 *p.* 78 und *No.* 21 *p.* 81. — Ein Marquis Rotu prophezeihte damals einen grofsen Ausbruch des Vulcans, welcher noch vor dem 15. Jan. 1830 sich ereignen müfste. — Ebend. *No.* 24 p. 89. Diese Vorhersagung ist indessen nicht eingetroffen, indem erst im April 1830 sich wieder einige Bewegungen am Vesuv wahrnehmen liefsen, und erst im December eine ganz unbedeutende Eruption erfolgte.

Im December — der Tag wird nicht angegeben — soll auch zu *Hermannstadt* in Siebenbürgen wieder eine Erderschütterung gespürt worden, und darauf die strenge Kälte abgefallen seyn. *Ann. de chim. T. XLII p.* 351.

Am 3., 4. und 5. Dec. wehte zu *Triest* ein so heftiger Nordwind, wie man sich seit zwanzig Jahren nicht erinnerte, dort wahrgenommen zu haben. Dabei war heftige Kälte, besonders in der Nacht vom 3. zum 4. Das Meer fror an der Küste, und die Schiffe waren mit Eis bedeckt. — Am 14. war in *London* wieder ein eben so starker Nebel wie am 21. Nov., der den Tag zur Nacht machte. — In *Rom* fiel nach mehreren Regentagen am 31. Schnee, wie auch um diese Zeit die Berge um Neapel mit Schnee bedeckt waren. — In den *Pyrenäen* erfolgte ein ungeheurer Schneefall, und in *Madrid* fiel in diesem Monate das R. Thermometer auf 8 bis 9°.

Dieses an furchtbaren Erdbeben und zerstörenden meteorischen Erscheinungen leider sehr reiche Jahr endigte mit einer weit verbreiteten Erkältung der Atmosphäre, die einen der härtesten Winter hervorbrachte. Schon in den ersten drei Monaten des Jahres war die mittlere Luftwärme sehr niedrig. Vom Mai bis September hingegen, also gerade in den Monaten, in denen sich die meisten schweren Gewitter, Hagelwetter, Ueberschwemmungen und dergl. ereigneten, war sie ungewöhnlich hoch.

1829.

Endlich vom October an fiel sie im Verhältnisse gegen frühere und spätere Jahre aufserordentlich und immer tiefer herab; und der December war nicht nur der kälteste December, sondern wohl der kälteste Monat, den die meteorologischen Annalen einer beträchtlichen Reihe von Jahren aufzuweisen haben. Selbst die Temperatur des übertrieben kalten Januars 1830 war höher als die des Decembers 1829. Zu Gotha war mittlere Temperatur in diesem December — 10° der hunderttheiligen Skale, im Januar 1830 nur —8°,5; im December 1828 +2°,9; 1830 —0°,3; 1831 +2°,2; 1832 +1°,0.

V. *Nachträgliche Beobachtung über die meteorische Erscheinung in der Nacht vom* 12. *auf den* 13. *November* 1832.

Bekanntlich ist die Nacht vom 12. auf den 13. November vorigen Jahres durch eine sehr ungewöhnliche meteorische Erscheinung ausgezeichnet gewesen, eine Erscheinung, mit der sich hinsichtlich ihrer Gröfse nur die von Hrn. v. Humboldt am 11. und 12. Nov. 1799 zu Cumana beobachtete vergleichen läfst *). Den zahlreichen Berichten zufolge, welche einerseits Hr. Prof. Nöggerath (in Schweigger's Journal, Bd. 66 S. 328 und Bd. 67 S. 263), und andererseits Hr. Prof. Gautier (in der *Bibliothèq. universelle*, *T. LI p.* 189) darüber gesammelt hat, und welche im Wesentlichen mit einander übereinstimmen, zeigten sich nämlich während dieser ganzen Nacht, an den südlichen Orten von neun Uhr Abends bis zum Anbruch des Tages, hunderte von Sternschnuppen, untermischt mit vielen kleineren und gröfse-

*) *Voyages etc. Edit.* 8° *T. IV p.* 34.

ren Feuerkugeln, welche sich in allen Richtungen bewegten, oft auch auf- und niederwärts, bogenförmig oder gegen einander flogen, lange feurige Schweife nach sich zogen, aus denen zuweilen Funken und Lichtbüschel seitwärts hervorschossen, dabei aufserordentlich stark, oft mehre Minuten lang, und, unter Veränderung ihrer Gestalt, merklich mit Farbe leuchteten. Der Schauplatz dieses Phänomens ist sehr grofs gewesen. Man hat es beobachtet in *England* (namentlich Portsmouth, Sheffield und Malvern; am letzteren Ort sah Hr. Maton innerhalb fünf Minuten 48 Meteore; s. *Phil. Mag. Ser.* 3 *Vol.* 3 *p.* 37), *Frankreich* (an mehren Orten im Dep. Calvados und de l'Orne, zu Saint-Lonthain im Dep. du Jura, zu Grenoble), in der *Schweiz* (in und um Genf, zwischen Aubonne und Lausanne, im Unter-Simmenthal, Kanton Bern), in *Süddeutschland* (Frankfurt a. M., Stuttgart, Carlsruhe), in *Belgien* (Brüssel und Lüttich), in den *Rheingegenden* (Trier, Cöln, Düren und mehren Orten des Regierungsbezirks Aachen, Düsseldorf — wo Hr. Custodis von 4 bis 7 Uhr Morgens 267 Sternschnuppen und darunter 40 bis 50 erster Gröfse sah *) — Schwelm, Lennep), in *Westphalen* (Salz-Uffeln, wo R. und W. Brandes dasselbe beobachteten — Schweigg. Journ. Bd. 66 S. 326) — ferner in *Berlin*, *Warschau*, *Riga*, *Petersburg*, *Odessa*, zu *Suczawa* in der Bukowina (wo nach Dr. Rohrer's Beobachtung — Baumgartner's Zeitschrift, 1833 Bd. II S. 11 — die Sternschnuppen mitunter so zahlreich fielen, dafs es einem förmlichen Feuerregen zu vergleichen war).

Es ist hier nicht die Absicht, diese Beobachtungen im Detail wieder zu geben, sondern ihnen nur eine neue anzureihen, welche in sofern ein besonderes Interesse besitzt, als der Ort derselben unter allen angeführten am östlichsten liegt, dadurch also in dieser Richtung das schon so grofse Gebiet der Sichtbarkeit des Phänomens noch

*) Schweigg. Journ. Bd. 67 S. 138.

mehr erweitert wird. Sie ist nämlich zu *Sudshá*, im Gouvernement *Kursk* *), von dem, sich auch sonst mit meteorologischen Beobachtungen befassenden Lehrer Hrn. Dmitrjuków angestellt und in der in russischer Sprache erscheinenden *Moskauer Wochenzeitung* bekannt gemacht. Der Gefälligkeit des Hrn. Dr. Erman jun. verdanken die Leser die folgende Uebersetzung jenes Berichts, nebst einigen ihr hinzugefügten Bemerkungen.

In der Nacht zum 13. Nov. (1. Nov. alten Styls) 1832, um 5 Uhr nach Mitternacht, wurde ich von meinen Hausgenossen geweckt, um eine in hiesiger Gegend seltene Erscheinung zu betrachten. Der Himmel war heiter, gestirnt und mondhell, die Lufttemperatur —7° R. **). In der Nähe des Horizonts zeigte sich, wie ein Gürtel, eine blafs weifsliche Wolke, mit mehr oder minder hellen purpurrothen Stellen, ähnlich dem Dämmerungslicht oder dem Abglanz einer entfernten Feuersbrunst; es liefs wie wenn ringsum am Himmel die Sonne aufgehen wollte. An den höher gelegenen Theilen des Himmelsgewölbes, auf dem blauen Grunde, zeigten sich bewegte Meteore, an Helligkeit den Sternen gleich; sie bewegten sich in verschiedenen Richtungen, wie Sternschnuppen oder herabfallende Raketen. Ihr Erscheinen war nicht so augenblicklich, wie das des Blitzes, sondern dauerte zwei bis drei Secunden, bisweilen aber auch mehre Minuten. Bisweilen war die scheinbare Breite dieser Lichtmeteore gleich der (scheinbaren) Breite einer Hand und auch noch gröfser; die scheinbare Längen-Ausdehnung senkrecht gerichteter Streifen betrug aber oft 90 Grad. Im Allgemeinen bemerkte man keine Beständigkeit in der Richtung; man

*) Die Hauptstadt gleiches Namens liegt nach Wischniewski's Beobachtungen im Kloster Bogorodiza unter 51° 43′ 11″ N. B. und 73° 55′ 11″ O. L. von Paris. *E.*

**) Es erhellt nicht aus dem Bericht, ob die Lufttemperatur mit dem + oder — Zeichen zu nehmen sey; doch ist letzteres wahrscheinlicher, da später von gefrornen Flüssen die Rede ist. *E.*

sah dergleichen Meteore bald von Ost vertical gegen den südlichen oder nördlichen, bald vom südlichen zum östlichen oder westlichen Himmel sich bewegen. Einige begannen ihr Fallen vom Zenith aus und niedriger nach verschiedenen Seiten; nur sehr wenige bewegten sich in Verticalkreisen. Die Bahn der meisten bildete spitze Winkel mit dem Horizonte: parallel mit dem Horizonte erscheinende Bewegungen wurden nicht bemerkt. Bisweilen erschienen gleichzeitig Meteore, die von verschiedenen Punkten, doch keine die von Einem Punkte ausgingen; bisweilen gab es auch mehre Minuten lang kein dergleichen Phänomen. Die gröfseren derselben erleuchteten auf *mehre Minuten* einen ansehnlichen Theil des Horizonts *). Beim Auflösen eines jeden fallenden Meteors sprühte (russisch: sprang hervor) eine blafs violette Flamme aus; der untere Endpunkt, und mehr noch der mit Sternenlicht glänzende Bahnstreifen selbst, war bisweilen bläulich oder grünlich und verlöschte dann; mitunter sah man ihn aber auch *eine gekrümmte Form* annehmen, dabei purpurroth werden und nur *sehr allmälig ausblassen* **).

Manche Einwohner von *Sudja* haben diese Erscheinung früher als ich, gegen 3 Uhr nach Mitternacht und noch früher, gesehen: damals ist das Licht der Meteore so intensiv und anhaltend gewesen, dafs es, wie der Ausbruch einer nahen Feuersbrunst, das Innere der Zimmer erleuchtet hat. Die ganze Erscheinung hat man bis zum

*) Es scheint also, als habe auch *nach* dem Verschwinden des bewegten Lichtes eine Einwirkung davon auf die früher erwähnten leuchtenden Stellen des unteren Himmels sich gezeigt. — Denn dafs das fallende Licht selbst nur in seltenen Fällen während mehrer Minuten anhielt, ist früher gesagt. — Dieses Factum ist mit der von Wrangel beobachteten Entzündung stehender Nordlichter durch fallende Meteore ähnlich. *E.*

**) Wichtig scheint die Form- und Farbenänderung der stehenden Spuren, die, so viel ich weifs, bei kosmischen Feuermeteoren niemals, bei terrestrischen (Polarlichtern) aber sehr gewöhnlich [illegible]rkt wird. *E.*

völligen Ausbruch des Tages fortdauern gesehen. Die Anzahl der fallenden Meteore ist äufserst grofs gewesen; blofs von 5 bis 8 Uhr Morgens zeigten sich deren mehre Hunderte, so dafs, wenn man sich zur Beobachtung des einen nach einer bestimmten Gegend hinwandte, schon hinten und seitwärts mehre andere erschienen.

Die dem 13. (1. alten Styls) November vorhergehenden Tage und Nächte waren von gewöhnlicher Beschaffenheit. Am 11. Nov. (30. Oct. a. St.) wehte Ostwind vom dritten (mit *heftig* bezeichneten) Grade; des Morgens war die Lufttemperatur —7°,5 R., die Nacht still, stern- und mondhell. Am 12. Nov. (31. Oct.) war die Lufttemperatur —9°,0 R., Wetter heiter, der Wind *südost* vom ersten Grade (d. h. *schwach*), die Nacht still und heiter. Um 10 bis 11 Uhr war noch nichts Auffallendes am Himmel zu sehen. Die Nacht, welche auf die beschriebene Erscheinung folgte, war trübe, bei heftigem Ostwinde.

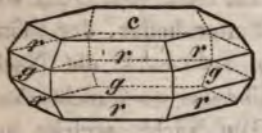
Spätere Berichte von Augenzeugen bestätigen den oben geschilderten Verlauf der Sache, sagen auch, die zu Anfange der Erscheinung von den Meteoren zurückgelassenen Lichtstreifen haben die Dicke eines *Balkens* gehabt und seyen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunde lang erschienen. Manche versichern, das fallende Licht habe vor ihren Augen die Erde und die gefrornen Flüsse berührt, und sey dann in viele feurige Kugeln zerstiebt, auch sey ein dumpfes Geräusch, wie von fernem Donner, gehört worden*). — Zu *Kursk* und *Rulljsk* wurde die Erscheinung zu derselben Zeit beobachtet.

*) Auch am Rheine wollen einige Beobachter ein Getöse gehört haben, da aber andere nicht davon reden, es zum Theil sogar ausdrücklich verneinen, so scheint diese Angabe auf einer Täuschung zu beruhen. *P.*

VI. *Ueber die im Ural vorkommenden krystallisirten Verbindungen von Osmium und Iridium;* von *Gustav Rose.*

1. Osmium-Irid von Newiansk.

Es findet sich in Krystallen und Körnern. Die Krystalle haben nebenstehende Form, und sind Combinationen eines Hexagondodecaëders *r* mit der geraden Endfläche *c* und dem ersten 6seitigen Prisma *g*. Sie sind gewöhnlich durch Vorherrschen der Endfläche tafelartig.



Die Neigung der Flächen

r	gegen *r*	beträgt	124°	(Seitenkante)
r	- *r*	-	127 36′	(Endkante)
r	- *c*	-	118	
r	- *g*	-	152	*).

Die Neigung der Flächen *r* und *c* ist mit dem Reflexionsgoniometer gemessen, und danach sind die übrigen Winkel berechnet. Doch sind die Flächen *r* und *c* nur wenig glatt und glänzend, so dafs die angegebenen Winkel nur für Annäherungen gelten können. Auch die Flächen *g* sind wenig glänzend, die Flächen *c* dagegen geben durch Reflexion Bilder mit ziemlich scharfen Umrissen. Zuweilen fehlen die Flächen *r*, und die Krystalle erscheinen dann nur als niedrige tafelartige Prismen mit geraden Endflächen.

Die Krystalle sind parallel der geraden Endfläche

*) Das Hexagondodecaëder des Osmium-Irids nähert sich also in den Winkeln sehr dem des Eisenglanzes, das in den Endkanten Winkel von 128°, und in den Seitenkanten Winkel von 122° 29′ hat.

ziemlich vollkommen spaltbar, die Spaltungsflächen sind glatt, jedoch schwer zu erhalten.

Sie sind zinnweifs, etwas dunkler als das gediegene Antimon, und metallisch glänzend.

Die Härte des Osmium-Irids ist die des Quarzes, es ritzt mit ziemlich gleicher Stärke wie dieser den Feldspath.

Das specifische Gewicht von einer Partie Krystalle, die 2,084 Grammen wogen, und aus einer gröfseren Menge sorgfältig ausgesucht waren, betrug bei einem Versuche 19,386 (Temp. des Wassers 12°,3 R.), bei einem anderen 19,471 (Temp. 9° R.).

Vor dem Löthrohr auf der Kohle geglüht, verändert es sich nicht, und riecht nicht im geringsten nach Osmium.

In Kolben mit Salpeter geschmolzen, riecht es auch nur wenig nach Osmium, und bildet nach dem Erkalten eine grüne Masse.

Mit Phosphorsalz geschmolzen wird es nicht aufgelöst, eben so wenig wenn es mit Königswasser gekocht wird, es verhält sich überhaupt sehr indifferent.

Es findet sich in dem Goldsande von Newiansk, 95 Werste nördlich von Katharinenburg; Platin kommt mit demselben ebenfalls, doch in viel geringerer Menge vor. Aufser diesem Fundort kommt es jedoch noch bei Bilimbajewsk, Kyschtim und mehreren anderen Orten im Ural vor.

2) Osmium-Irid von Nischne Tagil.

Die Krystalle dieses Osmium-Irids haben dieselbe Form und dieselben Winkel wie die vorigen. Die Flächen sind zwar auch bei ihnen nicht vollkommen glatt und glänzend, so dafs sich also auch hier nicht die Winkel mit völliger Genauigkeit angeben lassen, doch habe ich in denselben keine merklichen Abweichungen von dem vorigen gefunden. Sie sind eben so vollkommen spaltbar parallel der geraden Endfläche, vielleicht noch etwas vollkommener, ihr Durchmesser beträgt oft $1\frac{1}{3}$ Linie.

Sie sind von Farbe bleigrau, ungefähr wie Antimonglanz.

Härte wie beim vorigen.

Specifisches Gewicht bedeutend gröfser. Ich fand es bei mehreren Krystallen, die 1,5205 Grammen wogen, 21,118 (Temp. des Wassers 13° R.).

Vor dem Löthrohr auf der Kohle geglüht, schmilzt auch dieses Osmium-Irid nicht, verliert aber seinen Glanz, wird etwas schwarz, und verbreitet dabei einen durchdringenden Geruch nach Osmium, der die Augen heftig angreift.

Mit der Platinzange in die Weingeistflamme gebracht, macht es dieselbe stark leuchtend und färbt sie gelblich-roth.

Es findet sich in dem Platinsande von Nischne Tagil ohne Gold, und wie es scheint nur selten. Ich hatte die mitgebrachten Krystalle an Ort und Stelle selbst aus einem gröfseren Vorrath von Platin ausgelesen. Schon gleich nach meiner Rückkehr aus Sibirien hatte ich sie gemessen und gewogen, und ihr auffallendes Verhalten vor dem Löthrohr und in der Weingeistflamme bemerkt. Ich theilte dasselbe Hrn. Berzelius bei seiner Anwesenheit in Berlin im Sommer 1830 mit, und gab ihm den kleinen Vorrath, den ich davon besafs, bis auf wenige Krystalle, die ich gemessen hatte. Hr. Berzelius hat sie seitdem analysirt, und wird die Analyse nächstens bekannt machen; nach einer vorläufigen Nachricht enthalten sie viel Osmium und etwas Iridium.

Da die beiden beschriebenen Verbindungen von Osmium und Iridium gleiche Krystallform haben, so bestätigt diese Beobachtung die schon von Berzelius *) ausgesprochene Vermuthung, dafs Osmium und Iridium isomorph sind. Beide Metalle haben dann wahrscheinlich ein jedes dieselbe Form wie ihre Verbindungen, und verhalten sich gegen einander wie Gold und Silber. Da die

*) Poggendorff's Annalen, Bd. XIII S. 531.

bleigraue Verbindung, welche mehr Osmium enthält als die zinnweifse, ein gröfseres specifisches Gewicht als diese hat, so folgt auch daraus, dafs das reine Osmium specifisch schwerer ist als das reine Iridium. Es mufs daher auch schwerer seyn als seine Verbindungen mit Iridium, und da das specifische Gewicht dieser schon bis auf 21,118 steigt, so ist das specifische Gewicht des Osmiums $= 10$, wie es Berzelius angiebt, wohl zu klein, und dieses geringe specifische Gewicht wohl dem Umstande zuzuschreiben, dafs Berzelius den Versuch mit einer sehr kleinen Menge und mit nicht hinreichend compactem Osmium angestellt hat *).

VII. *Ueber das Vanadinbleierz von Beresow im Ural;*

von Gustav Rose.

Unter den Bleierzen, die auf den Goldgruben von Beresow bei Katharinenburg vorkommen, findet sich auch Grünbleierz, welches in deutlichen 6seitigen Prismen kry-

*) Ich wollte diese Bemerkungen über Osmium-Irid erst bekannt machen, wenn die Analysen von Berzelius angelangt waren, eine Nachricht indefs in der Berliner Haude und Spener'schen Zeitung, dafs Breithaupt gediegen Iridium von einem spec. Gewicht 23,5 bis 23,6 gefunden habe, veranlafste mich, sie wegen der ebenfalls hohen spec. Gewichte dieser Verbindungen schon jetzt mitzutheilen. Als sie schon zum Druck fertig waren, erhielt ich das neuste 17. Heft 1833 von Schweigger-Seidels Jahrbuch, worin die genaueren Angaben über das muthmafsliche Iridium stehen, wie auch andere über spec. Gewicht und Krystallform von Osmium-Irid, die von den meinigen etwas verschieden sind, sich aber wohl durch die Unvollkommenheit der Krystalle (wiewohl die meinigen besser zu seyn scheinen als die, welche Breithaupt gemessen hat) und den verschiedenen Fundort erklären.

stallisirt ist. Es schmilzt vor dem Löthrohr, und krystallisirt beim Erkalten, ohne sich zu reduciren, enthält also nur Phosphorsäure und keine Arseniksäure. Auf einem Stücke, welches ich von Beresow mitgebracht hatte, finden sich die 6seitigen Prismen auf der einen Seite von grüner, auf der anderen Seite von brauner Farbe. Beide Farben kommen zwar bei dem Grünbleierz vor, indessen doch nie an einem Stücke; ich untersuchte die grünen und braunen Krystalle daher vor dem Löthrohr, um zu sehen, ob sie gleich oder verschieden zusammengesetzt wären, und fand hierbei, dafs die braunen Krystalle Vanadinbleierz waren. Ganz ähnlich dem Stücke, welches ich mitgebracht hatte, fand ich in der Königlichen Mineraliensammlung in Berlin nun noch ein anderes Stück mit Vanadinbleierz, ebenfalls von Beresow.

Die Krystalle des Vanadinbleierzes von Beresow sind, wie schon angeführt, reguläre 6seitige Prismen, die theils sehr klein, theils einige Linien grofs sind. Die gröfseren Krystalle finden sich neben dem Grünbleierz und enthalten in der Regel einen Kern von Grünbleierz, die kleinen, von diesem entfernter, enthalten einen solchen nicht. Flächen von Hexagondodecaëdern habe ich an ihnen nicht bemerkt.

Die Krystalle sind von kastanienbrauner Farbe, stark glänzend, besonders die kleineren, und haben dieselbe geringe Härte wie die des Grünbleierzes. Ihr specifisches Gewicht konnte ich wegen der geringen Menge nicht untersuchen.

Vor dem Löthrohr decrepitirt dieses Vanadinbleierz stark, schmilzt auf der Kohle zu einer Kugel, die sich unter Funkensprühen zu regulinischem Blei reducirt, und dabei die Kohle gelb beschlägt.

Von Phosphorsalz wird es aufgelöst, schmilzt damit in der äufseren Flamme zu einem Glase, das, so lange es heifs ist, röthlichgelb, nach dem Erkalten gelblichgrün

aussieht; und in der inneren zu einem Glase, das eine schöne chromgrüne Farbe hat.

In Salpetersäure löst es sich leicht auf, die Auflösung giebt, mit salpetersaurem Silber versetzt, einen bedeutenden Niederschlag von Chlorsilber, die filtrirte Flüssigkeit mit Schwefelsäure einen weifsen Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd, und davon abgegossen mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak einen braunrothen Niederschlag von Schwefelvanadium; wobei die saure Flüssigkeit bläulich gefärbt wurde.

Ganz eben so verhält sich das Vanadinbleierz von Zimapan in Mexico, mit welchem ich zur Gegenprobe dieselben Versuche anstellte.

Das Vanadinbleierz von Beresow findet sich auf dünnen Klüften im Granit. Die Klüfte gehen von den Quarzgängen aus, in welchen sich das Gold findet, welches in Beresow der Gegenstand des Bergbaues ist.

Bemerkenswerth ist bei dem Vanadinbleierz von Beresow die Umhüllung des Grünbleierzes durch dasselbe. Da beide Substanzen in regulären 6seitigen Prismen krystallisiren, und beide Verbindungen von einem Bleioxydsalze mit Chlorblei sind, so könnte man auf die Vermuthung kommen, dafs sie isomorph seyn könnten, aber dieser Isomorphismus ist weder bewiesen, da gegen die Axe geneigte Flächen, die allein darüber entscheiden, beim Vanadinbleierz bis jetzt noch nicht beobachtet sind, noch einmal wahrscheinlich, da ungeachtet der Aehnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung bei beiden Verbindungen doch in den Säuren derselben, der Vanadinsäure und der Phosphorsäure, die Radicale in ganz verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff verbunden angenommen werden, indem die Vanadinsäure $\dddot{V}$ auf 1 Atom Vanadium 3 Atome Sauerstoff, die Phosphorsäure $\dddot{P}$ dagegen auf 2 At. Phosphor 5 At. Sauerstoff enthält.

Das Vanadinbleierz von Beresow ist mit dem von

Zimapan übereinstimmend, verschieden aber davon scheint das krystallisirte vanadinsaure Blei zu seyn, welches Johnston an Berzelius geschickt hat, und nach der Vermuthung des letzteren zweifach vanadinsaures Bleioxyd ist *). Diefs sind bis jetzt die einzigen krystallisirten Verbindungen, welche Vanadium enthalten, da bekanntlich Sefström das Vanadium in keinem Mineral, sondern in Eisen und Eisenschlacken von Taberg gefunden hat, und das vanadinsaure Blei, welches Johnston in Wanlokhead in Schottland gefunden hat **), nicht krystallisirt, sondern in kleinen rundlichen Massen vorgekommen ist.

VIII. *Ueber zwei neue Varietäten des Berthierits; von Hrn. Berthier.*

Unter dem Namen *Berthierit* ***) habe ich ein neues, aus 2 Atomen Antimonsulfür und 3 Atomen Eisensulfür bestehendes Mineral kennen gelehrt, das zu Chazelles im Departement Puy-de-Dôme vorkommt. Der Berthierit ist indefs nicht die einzige Verbindung dieser Art in der

*) Berzelius, Jahresbericht, Jahrgang 12 S. 172.

**) *Ed. Journ. of Science, N. S. VI p.* 79.

***) Hr. Berthier nennt diefs Mineral *Haidingerit*; da jedoch dieser Name bereits von Turner einem wasserhaltigen arseniksauren Kalk beigelegt worden ist, so hat bekanntlich Hr. Haidinger ihn in *Berthierit* umgewandelt, der hier zur Verhütung von Mifsverständnissen auch beibehalten seyn mag. Ueberdiefs ist noch zu bemerken, dafs Hr. Berthier sowohl in dieser wie in seiner älteren Abhandlung über den Berthierit (Ann. Bd. XI S. 478) das früher von Berzelius aufgestellte Atomgewicht des Eisens 678,426 gebraucht, dafs dasselbe aber in gegenwärtigem Auszug sogleich auf die Hälfte reducirt worden ist, um die Zusammensetzung der hier zerlegten Mineralien mit den Resultaten anderer neuer Analysen direct vergleichen zu können. *P.*

Natur; vielmehr giebt es noch zwei andere. Die eine kommt in der Grube Martouret unweit Chazelles vor, die andere zu Anglar im Departement de la Creuse.

Das Mineral von Martouret ist anscheinend homogen, enthält aber eine starke Beimengung steiniger Substanzen. Sein Gefüge ist parallel faserig, sein Querbruch körnig und fast matt, seine Farbe graublau, doch weniger blau und lebhaft als das Grau des reinen Schwefelantimons. Abgerechnet 60 Procent Ganggestein besteht es in 100 aus:

Antimonsulfür	84,3	Atome 4
Eisensulfür	15,7	- 3.

Das Mineral von Anglar kommt mit reinem Schwefelantimon und Schwefelkiesen vor; letztere bilden dicht an den Wänden des Ganges eine fast compacte und reine Schicht; dann kommt eine Schicht eisenhaltigen Schwefelantimons, und in der Mitte findet sich reines Schwefelantimon, hie und da durchzogen von Adern und Nestern von eisenhaltigem Schwefelantimon. Dieses ist eisengrün, etwas bronzefarben, krystallinisch oder faserig, die Fasern dünn, parallel und dicht, während das reine Sulfür graublau, glänzend, grofs- und langblättrig ist. Abgerechnet 7 Procent Gangmasse besteht es aus:

Antimonsulfür	80,6	Atome 1
Eisensulfür	19,4	- 1.

Es giebt also drei Verbindungen von Antimonsulfür und Eisensulfür, nämlich *Berthierit* $=3FS+2Sb^2S^3$: Mineral von Anglar $=3FS+3Sb^2S^3$, und Mineral von Martouret $=3FS+4Sb^2S^3$. (*Annal. de Min. Ser. III T. III p.* 49)*).

*) Das Mineral von Anglar würde also dem Zinkenit analog seyn (vergl. H. Rose's Zusammenstellung, S. 437 Bd. XXVIII dies. Annal.); das Mineral von Martouret dagegen wäre eine neue Schweflungsstufe. *P.*

IX. *Zerlegung des Wolchonskoit; von Hrn. Berthier.*

Dieses Mineral kommt im Kreise Ochansk des Gouvernements Perm vor, und findet sich daselbst in dünnen Gängen und in Nestern *). Es ist derb, von muschlichem oder unebenem Bruch, und matt, nimmt aber beim Reiben zwischen den Fingern Glanz an. Es ist sehr zart und sanft anzufühlen. Seine Farbe ist ein schönes Krautgrün. Man unterscheidet darin einige Körner eisenschüssigen Quarzes, was glauben läfst, es komme in Sandsteinen vor.

Der Wolchonskoit giebt bei Erhitzung in einer Glasröhre viel Wasser aus und erhält dabei die Farbe von Gänsekoth. Durch Glühen in einem Tiegel verliert er, ohne zusammenzubacken, 0,232 seines Gewichts und hat dann eine kaffeebraune Farbe. In concentrirter und siedender Salzsäure gelatinirt er, doch wird dabei nur die Hälfte seines Chromgehalts ausgezogen; der Rest bleibt bei der Kieselerde gemengt. Behufs der Analyse wurde er im Silbertiegel mit 2 Th. Salpeter und 2 Th. Aetzkali geschmolzen. Sie gab:

Chromoxydul	34,0	Sauerstoff:	10,0
Eisenoxyd	7,2	-	2,2
Talkerde	7,2	-	2,8
Kieselerde	27,2	-	14,0
Wasser	23,2	-	20,5
	98,8.		

Hienach stellt Hr. B. eine mineralogische Formel auf, die übersetzt in eine chemische etwa mit folgender übereinkäme; $\dddot{Fe}\dot{Mg}^3\dddot{Cr}^5\dddot{Si}^7+30\dot{H}$. Er hält es indefs für wahrscheinlicher, dafs das Mineral ein Gemenge sey von Chromoxydulhydrat ($\dddot{Cr}=74{,}84$ und $\dot{H}^3=25{,}16$) und einem wasserhaltigen Silicat von Eisenoxyd und Talkerde, einer Art von Meerschaum. Das Detail über die Analyse ist nicht angegeben. (*Ann. des Min. Ser. III T. III p.* 39.)

*) Eine vorläufige Anzeige von diesem, zu Ehren des russischen Ministers, Fürsten Wolchonskoy, so benannten Minerale hat Hr. Kämmerer in Leonhard und Bronn's Jahrbuch der Mineralogie, Bd. II S. 420 gegeben. *P.*

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1833, ZWÖLFTES STÜCK.

I. *Magneto-elektrische Elektromagnete; von H. W. Dove.*

Während man mit der gröfsten Leichtigkeit durch galvanische Ströme bedeutenden Magnetismus im weichen Eisen erregt, gelingt eine solche Erregung durch Maschinenelektricität nur, wenn man den elektrischen Strom durch Einschaltung eines feuchten Leiters, oder auf irgend eine andere Weise verlangsamt. Dafs man ohne ein solches Mittel der Verzögerung, d. h. durch Entladung vermittelst eines ununterbrochen metallischen Leiters, Elektromagnete aus weichem Eisen durch Reibungselektricität darstellen könne, ist mir nach folgendem Versuche nicht wahrscheinlich. Ein mit 25 Windungen eines $1\frac{1}{2}$ Linie dicken Kupferdrahtes umwundenes, aus einer 27 Zoll langen, $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken cylindrischen Stange gefertigtes Hufeisen trug, mit einem Calorimotor von 114 Quadratzoll Kupfer- und eben so grofser Zinkfläche verbunden, 90 Pfund vermittelst eines seine 7 Zoll von einander abstehenden Enden verbindenden Ankers. Nach Oeffnung der Kette blieb derselbe mit ungefähr 20 Pfund Belastung noch Tage lang hängen. Das Abziehen des Ankers vernichtete aber die Kraft fast vollkommen. Kann

man also durch Berührung des Ankers *) einen so bedeutenden Theil der erregten Kraft für längere Zeit fixiren, so wird dieſs ein Mittel abgeben, um darüber zu entscheiden, ob durch Maschinenelektricität eine mehr als momentane Erregung im weichen Eisen eintritt. Durch die Spirale des durch den Anker geschlossenen Hufeisens wurden daher kräftige Flaschen mehrfach entladen, aber ohne merkliche Wirkung. Ich habe diesen Versuch jedoch nicht mit kräftigen Batterieentladungen wiederholen können.

Für die Erregung des Magnetismus im Stahl wird man dagegen gewiſs bequemer Maschinenelektricität als galvanische anwenden.

Wie verhalten sich in diesen beiden Beziehungen nun die magneto-elektrischen Ströme, die bei vielen Erscheinungen zwischen jenen beiden Erregungsarten zu liegen scheinen? Da Faraday Stahlstäbe bereits durch Magneto-Elektricität magnetisirt hat, so liegt es nahe, durch eine um einen weichen Eisencylinder oder ein Hufeisen gewundene Spirale einen Strom laufen zu lassen, welcher durch eine unter dem Einfluſs eines Magneten rotirende Scheibe erregt ist. Um aber eine nähere Vergleichung mit den schnellen Entladungen der Maschinenelektricität zu erhalten, wurden die Versuche auf folgende Art angestellt.

Ein spiralförmig umwundenes Hufeisen wurde ver-

*) Daſs nicht absolute Berührung des Ankers und Hufeisens zu dieser Erhaltung nöthig sey, davon habe ich mich durch Zwischenlegen von Papierstreifen überzeugt. Es blieben noch einige Pfund bei einer solchen Trennung nach der Oeffnung der Kette mehrere Tage hängen. Mit Vergröſserung der Entfernung nimmt aber die Kraft rasch ab. Auch scheint es mir vortheilhafter, einen ebenen als einen cylindrischen Anker zu wählen, da jener mehr Berührungspunkte darbietet, obgleich die Veränderung der Berührungspunkte des cylindrischen Ankers und Magnets bei dem Hin- und Herrollen des ersteren die Tragkraft des letzteren nich schwächt.

mittelst eines Gyrotrops mit einem Calorimotor verbunden, und ein cylindrischer, ebenfalls spiralförmig umwundener gerader Eisenstab als Anker daran gelegt. Das Hufeisen für sich mit der Kette verbunden, trug einen Centner, der geradlinige Stab unter gleichen Umständen hingegen 30 Pfund. Die Spirale des letzteren war durch Quecksilbergefäfse mit einer zweiten Spirale verbunden, welche einen weichen Eisencylinder umschlofs. Bei dem Schliefsen der Kette und bei dem Umlegen des Bügels des Gyrotrops richteten unter dem Cylinder gestreute Eisenfeile sich auf. Eben so zeigte eine in seiner Verlängerung aufgehängte Magnetnadel bei dem Umlegen des Bügels abwechselnd Anziehung und Abstofsung. Als erregender Magnet wurde deswegen ein Elektromagnet gewählt; weil das Abziehen des Ankers nie so augenblicklich geschehen kann, als das Herausheben des Drahtes aus einer Flüssigkeit.

Die Versuche gelingen auch mit viel schwächeren Magneten. Am bequemsten stellt man sie mit drei gleich grofsen umwundenen Hufeisen an. Das erste wirkt als Elektromagnet, das zweite als Anker, das dritte ist der durch Magneto-Elektricität entstehende Elektromagnet. Die Gefäfse *) des ersten sind daher durch den Gyro-

*) Wenn man zur Umwicklung dicken Kupferdraht wählt, welches immer anzurathen ist, weil man die Windungen dann so weitläufig machen kann, dafs der auf das mit Seide vorher umgebene Hufeisen gewundene Draht nicht besponnen zu seyn braucht, so ist es bequem, die Enden desselben rechtwinklig gegen die Schenkel des Hufeisens abzubiegen, um die senkrecht auf ihre Axe durchbohrten Quecksilbergefäfse um sie herumdrehen, und vermittelst einer an ihnen befindlichen Schraube in jeder Richtung befestigen zu können. Die geringeren Kosten, die überraschende Intensität der magnetischen Erregung bei wenigen Windungen, endlich die ungewöhnliche Stärke der galvanischen Funken beim Oeffnen der mit den Hufeisen verbundenen Kette sind wesentliche Vorzüge dieser Einrichtung. Eben so giebt ein Multiplicator von vier Windungen eines umsponnenen, 1½ Linie dicken

trop mit der Kette verbunden, die Gefäfse des zweiten und dritten hingegen mit einander, so dafs ihre Spirale einen in sich zurücklaufenden Draht bilden.

Durch Magneto-Elektricität scheint also bei denselben Bedingungen eben so leicht Magnetismus im Stahl als im weichen Eisen hervorgerufen werden zu können.

II. *Ueber das Vermögen eines Elektromagneten, seinen Magnetismus nach Oeffnung der Voltaschen Batterie zu behalten;*

von W. Ritchie.

(*Phil. Magaz. Ser. III Vol. III p.* 122.)

Fast unmittelbar nach der Erfindung des Verfahrens zur Verfertigung von Elektromagneten beobachtete man, dafs der Anker von weichem Eisen nicht sogleich nach Unterbrechung der Batterie abfällt, sondern noch eine beträchtliche Zeit hängen bleibt. Hr. Watkins besitzt einen Elektromagnet, welcher, nach der Oeffnung der Batterie, seinen Anker nicht nur mehre Tage lang trägt, sondern auch eine lange Zeit hindurch noch einen magneto-elektrischen Funken giebt. Doch, was für einen Elektromagneten gilt, gilt nicht in demselben Grade für einen andern, und es ist mir gelungen, einen sehr kräftigen Elektromagneten zu machen, welcher diese Eigenschaft nur in einem sehr schwachen Grade besitzt. Ein Umstand, welcher die nachhaltige Kraft modificiren mufs, ist die Beschaffenheit des Eisens und der Grad seiner Weiche. Je härter das Eisen, desto kräftiger und andauernder ist die nachhaltige Magnetkraft. Doch der merkwürdigste Umstand, welcher diese Kraft modificirt, und so

Kupferdrahts an Empfindlichkeit für Faraday'sche Ströme keiner mir bekannten Vorrichtung etwas nach.

viel ich weifs bisher noch nicht beobachtet worden ist, ist die *Länge des magnetischen Bogens.* Wenn der Elektromagnet sehr kurz ist und die Pole einander nahe stehen, ist die nachhaltige Kraft ungemein schwach. Ist dagegen der Magnet sehr lang, so ist diese Kraft sehr grofs. Ich besitze drei Magnete, welche alle von demselben Eisen gemacht sind; der eine ist im Bogen sechs Zoll, der zweite etwa einen Fufs, und der dritte vier Fufs lang. Wenn sie mit der Voltaschen Batterie verbunden sind, besitzen sie fast gleiche Kräfte. Wenn die Batterie geöffnet wird, fällt bei dem ersten der Anker fast augenblicklich ab, bei dem zweiten bleibt er nicht nur hängen, sondern trägt, eine beträchtliche Zeit nach jener Oeffnung, noch mehre Pfunde, bevor er abgerissen wird; bei dem dritten endlich ist ein noch gröfseres Gewicht erforderlich, wenn man ihn eine beträchtliche Zeit nach der Oeffnung der Batterie abreifsen will. Macht man den Magnet noch länger, wird wahrscheinlich auch die nachhaltige Kraft noch gröfser.

Der Grund dieser sonderbaren Thatsache scheint mir folgender zu seyn. Die Molecüle des elektrischen Fluidums, welche mit derselben Kraft auf einander wirken, werden offenbar schneller in ihre natürliche Lage zurückkehren, wenn der Bogen, durch welchen diese Wirkung stattfindet, kurz ist. Macht man ihn noch kürzer, so dafs die Coërcitivkraft des Eisens überwältigt wird von der Tendenz der Molecüle in ihre natürliche Gleichgewichtslage zurückzukehren, aus welcher sie durch die Wirkung des Schliefsungsdrahts gerissen worden sind, so verliert der Elektromagnet die nachhaltige Kraft gänzlich.

Ehe ich diese sonderbare, und, wie ich glaube, neue Thatsache entdeckte, wurde ich zu dem Schlusse geführt, dafs ein Elektromagnet nicht die Fähigkeit habe, harten Stahl bleibenden Magnetismus zu verleihen, wenn der magnetische Bogen durch den Anker geschlossen worden ist. Der Elektromagnet, den ich zu allen meinen Versuchen

anwandte, war der kurze von sehr weichem Eisen, welcher kaum eine nachhaltige Kraft besafs. Mit diesem Magneten, wiewohl er eine Last von 50 bis 60 Pfund tragen konnte, vermochte ich nicht den geringsten Magnetismus in Stahl zu erregen, und ich ward demnach zu dem Schlufs geführt, dafs einem Elektromagnet diese Eigenschaft abgehe. Bei Wiederholung dieser Versuche mit einem anderen, doch ebenfalls sehr kurzen, gelangte ich immer zu negativen Versuchen. Da indefs Hr. Children mir sagte, dafs Hr. Watkins Stahl durch einen Elektromagneten kräftig magnetisirt habe, so veranlafste mich diefs, den Gegenstand abermals zu untersuchen. Als ich den Umstand entdeckte, welcher die nachhaltige Kraft modificirt, fiel mir sogleich bei, derselbe Umstand möge auch wohl die magnetisirende Kraft abändern. Nachdem ich mir ein unmagnetisirtes Hufeisen von temperirten Stahl verschafft hatte, verfuhr ich wie zuvor mit dem kurzen Elektromagnet, und fand, dafs er in ersterem kaum eine Spur von bleibendem Magnetismus erregte. Nun nahm ich den Magnet, der in der Länge auf ihn folgte, und gebrauchte ihn wie gewöhnlich beim Magnetisiren; es ward dadurch ein beträchtlicher Grad von Magnetismus in dem Stahl erregt; einen noch gröfseren Grad von bleibendem Magnetismus erhielt ich, als ich den vier Fufs langen Elektromagnet anwandte. Das Vermögen, bleibenden Magnetismus in Stahl zu erregen, ist indefs bei einem Elektromagnet, selbst bei dem sehr langen, welchen ich anwandte, weit geringer als bei einem Stahlmagnet, welcher dieselbe Tragkraft besitzt. Behufs der Magnetisirung bis zur Sättigung ist es daher nützlich einen sehr langen Elektromagnet anzuwenden.

III. *Ueber gewisse sonderbare Eigenschaften der gewöhnlichen und Elektro-Magnete; von W. Ritchie.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. III p.* 124.)

In einer Reihe von Versuchen, welche vor einiger Zeit in einer Sitzung der K. Gesellschaft vorgelesen wurde, habe ich gezeigt, dafs wenn ein weiches Eisen durch längeres Verweilen im Kreise der Voltaschen Batterie zu einem Elektromagnet gemacht worden ist, eine beträchtliche Zeit erfordert wird, um demselben einen gleich starken Magnetismus in entgegengesetzter Richtung zu ertheilen, dafs sich aber die ursprüngliche Polarität mit Schnelligkeit wieder herstellen läfst. Der Erfolg hängt sehr von der Länge und Weiche des eisernen Huf-Magnets und von der Schwäche der Batterie ab. Will man die Erscheinung recht in die Augen fallend machen, sind ein langer Elektromagnet und eine schwache Voltasche Kraft durchaus nöthige Bedingungen.

Indefs gehört diese Eigenschaft nicht blofs den Elektromagneten an, sondern findet sich in einem noch auffallenderen Grade bei bleibenden Magneten von hartem Stahl. Wenn ein Hufeisen von gehärtetem Stahl auf die gewöhnliche Weise magnetisirt, und dann einige Zeit lang (je länger, desto besser) liegen gelassen wird, und man dann seinen Magnetismus durch einen umgekehrten Strich vernichtet, so wird man es ungemein schwer finden, ihm Magnetismus in umgekehrter Richtung zu ertheilen. Hat es nach wiederholtem Streichen eine geringe Kraft erhalten, so reicht ein *einziger* Strich mit demselben Magnet nicht nur hin, diese Polarität zu zerstören, sondern auch die ursprüngliche wieder herzustellen. Setzt man die successive Umkehrung der Pole eine beträchtliche Zeit fort,

so wird man noch finden, dafs die Magnetisirung in der einen, nämlich in der ursprünglichen, Richtung, viel rascher vor sich geht als in der entgegengesetzten.

Es scheint mir nur zwei Wege zu geben, um diese sonderbare Thatsache zu erklären. Entweder müssen wir annehmen, dafs die Elektricität in der Richtung, in welcher sie zuerst geordnet worden, späterhin viel leichter zu ordnen ist als in der entgegengesetzten, oder, dafs wir bei Umkehrung der Pole nicht ganz den zuerst erregten Magnetismus zerstören, sondern eine neue Reihe von Atomen in entgegengesetzte Richtung stellen, so dafs, wenn der Magnet durchaus keine Kraft mehr ausübt, es nur deshalb geschieht, weil in demselben Stücke Stahl zwei Magnete von gleicher Kraft, aber in umgekehrter Richtung gebildet worden sind.

Der zuletzt erregte Magnetismus wird leichter zerstört als der mehre Tage oder Jahre zuvor entwickelte, weil bei plötzlicher Zerstörung des zuletzt erregten Magnetismus der alte, da er durch eine kräftigere Coërcitivkraft aufrecht erhalten wird, seine Stärke bei Vernichtung seines temporären Gegners wieder erlangt.

IV. *Ueber die Bildung künstlicher Magnete mittelst der Voltaschen Kette; von G. Moll.*

(Aus einem Briefe an Hrn. Ampère.)

Man hat mir den Vorwurf gemacht, dafs ich bei meinen magnetischen Versuchen *) nicht hinlänglich kleine galvanische Apparate angewandt hätte. Ich hatte indefs versucht, diesen Wünschen bei einigen Versuchen zuvorzukommen, welche in englischen Zeitschriften bekannt gemacht sind. Ich habe mich bemüht noch weiter zu ge-

*) Siehe Annal. Bd. XXIV S. 635.

hen, und diese Magnete, welchen die Engländer den Namen *temporäre Magnete* geben, mit galvanischen Trogapparaten von solcher Kleinheit zu bilden, dafs man sie mit dem verstorbenen Wollaston fast *elementare Batterien* nennen könnte.

Das Hufeisen (von weichem Eisen), dessen ich mich bediene, wiegt, mit Inbegriff des umgewundenen Drahts, beinahe 29 Pfund. Es ist cylindrisch und hält 51 Millimeter im Durchmesser. Es ist mit Seide bekleidet und von zwei Spiralen *nackten* Eisendrahts von 5 Millimeter im Durchmesser umgeben. Ein kleiner Trog von Kupfer, in welchen eine Zinkplatte von $\frac{1}{8}$ Quadratzoll Oberfläche *) eingetaucht ist, setzt dieſs Hufeisen in den Stand, bei successiven Versuchen 12, 39 und 48 Pfund zu tragen. Ich machte in ein Stück Holz zwei Einschnitte, und stellte in dieselben die kleinste unserer Kupfermünzen und eine Zinkplatte, beide von 14 Millimeter im Durchmesser. Der Zwischenraum wurde mit einer leitenden Flüssigkeit ausgefüllt, und dann dieser kleine Apparat mit der Spirale des Hufeisens verbunden; er theilte diesem eine Tragkraft von $6\frac{3}{4}$ Unzen mit. Ich zweifle, ob man schon eine kleinere Batterie zur Bildung vorübergehender Magnete angewandt habe.

Ich vereinigte zwei Kupfermünzen von demselben Durchmesser (14 Millimeter) durch einen Kupferbogen, stellte dieselben in zwei Einschnitte in Holz, und in einen dritten Einschnitt eine Zinkscheibe. Als nun Zink und Kupfer mit den Spiralen des Hufeisens in Verbindung gesetzt wurden, trug dieses $14\frac{3}{4}$ Unzen.

Als eine andere Kupfermünze von 21 Millimeter Durchmesser mit einer eben so grofsen Zinkplatte angewandt wurde, trug der Magnet 2 Pfund $5\frac{3}{4}$ Unzen.

Statt der Kupfermünze nahm ich eine Goldmünze (ein 10 Guldenstück) von 22 Millimeter Durchmesser

*) Auf einer oder auf beiden Seiten? *P.*

und eine Zinkscheibe von gleicher Gröfse. Nun trug der Magnet 13¾ Unzen.

Eine Silberscheibe und eine Zinkscheibe, beide von 20 Millimeter Durchmesser, gaben dem Magnet eine Tragkraft von 15 Pfund und 4 Unzen.

In einen kleinen Holztrog brachte ich zwei Kupferplatten, jede von 30 Quadratcentimeter Oberfläche, verband sie durch einen Kupferstreifen und stellte eine Zinkplatte zwischen dieselben. Dieser Apparat gab dem Magnet eine Tragkraft von 80 Pfund.

In einen kleinen Trog von Kupfer stellte ich einen Zinkstreifen von 70 Quadratcentimeter, und nun trug der Magnet bei successiven Versuchen 124 und 153 Pfund.

Ich zweifle sehr, ob man je beträchtlichere Resultate mit so kleinen Apparaten erhalten hat. Das Geheimnifs zum Gelingen dieser Versuche besteht in der innigen Berührung der Platten mit den Spiralen, eine Berührung, welche nur durch Zusammenlöthung zu erreichen ist. (*L'Institut. No.* 13 *p.* 110.)

Zusatz. Eine ausführliche Untersuchung der verschiedenen Umstände, welche auf die Stärke der sogenannten Elektromagnete von Einfluſs sind, hat Hr. Dal Negro, zu Padua, in zwei Abhandlungen in den *Annali delle scienze del Regno Lombardo-Veneto* bekannt gemacht. Aus der Uebersetzung derselben in Baumgartner's Zeitschrift, 1833, Bd. I S. 321 und Bd. II S. 92, wollen wir Folgendes herausheben.

1) Ein hufförmiges Eisen, umwickelt mit einer gewissen Anzahl Drahtwindungen, trug nur halb so viel als bei Umwicklung mit der doppelten Zahl von Windungen, und es war einerlei, ob die einfache Anzahl über das ganze Eisen vertheilt wurde, oder nur auf die Hälfte desselben, einerlei, ob (wenn man sich das Hufeisen seiner Länge nach in vier gleiche Theile *a*, *b*, *c*,

d getheilt denkt, von denen *b* und *c* die Mitte und *a* und *d* die Enden einnehmen) *a* und *b*, oder *b* und *c*, oder *a* und *d* mit dieser einfachen Zahl von Windungen umgeben wurden. — Eben so bekam das Hufeisen die ganze Tragkraft, es mochte die doppelte Zahl von Windungen aus einem einzigen Draht bestehen oder aus zwei Drähten, von denen einer *b* und *c*, und der andere *a* und *d*, oder der eine *a* und *b* und der andere *c* und *d* umgab. — Hatte ein Hufeisen durch Umwicklung mit einer Spirale die Kraft =1 erhalten, und wurde nun eine zweite eben solche Spirale hinzugefügt, die in die Zwischenräume der ersten gelegt, und wie diese mit derselben Voltaschen Kette verbunden war, so stieg die Kraft auf $\frac{4}{3}$ und $\frac{5}{3}$. Bei Hinzufügung einer dritten, mit derselben Kette verbundenen Spirale zeigte sich indefs bald eine Verstärkung, bald eine Verminderung der Kraft.

2) Zwei Hufeisen, beide von gleichem Eisen, gleichem Gewicht, gleicher Länge, gleicher Biegung und gleicher Entfernung der Pole, aber das eine prismatisch und das andere cylindrisch gestaltet, wurden mit gleich viel Windungen eines gleich dicken Drahts umwickelt und einem gleichen elektrischen Strom ausgesetzt. Das cylindrische Eisen trug nun 18,2 Kilogrm., das prismatische dagegen nur 1,07 Kilogrm. — Ein parallelepipedischer Stab erhielt mit kreisförmigen Spiralen keine gröfsere Kraft als mit viereckigen. Ein cylindrischer Stab dagegen gab mit viereckigen Spiralen eine etwas kleinere Wirkung, wohl nur wegen verminderter Anzahl der Berührungspunkte zwischen der Spirale und dem Eisen. — *Hohle Cylinder* wurden vergeblich zu magnetisiren versucht.

3) Drei Cylinder von gleichem Eisen und gleichem Gewicht, aber hinsichtlich der Länge in dem Verhältnifs 1 : 2 : 3 stehend, wurden mit beinah gleich viel Drahtwindungen umgeben. Die Tragkraft, welche sie durch einen schon etwas geschwächten Elektromotor bekamen,

stand im Verhältnifs 5 : 6 : 4. Es scheint also für jedes Gewicht eine gewisse Länge zu geben, bei welcher die Eisenmasse das Maximum der Tragkraft erlangt.

4) Die Politur der Hufeisen war ohne Einfluſs, so lange man dasselbe oder den Spiraldraht mit Seide umgab.

5) Auch die Entfernung der Pole des Hufeisens von einander hatte keinen Einfluſs, so lange sie nicht kleiner als ein Pariser Zoll war; dann aber verstärkte sie die Tragkraft um $\frac{1}{10}$. Gröſsere oder geringere Länge des Ankers war gleichgültig hiebei.

6) Die Tragkraft der Hufeisen wächst mit der Masse derselben, ferner mit dem Gewicht der Anker und auch mit der Form der Fläche, mit der diese das Hufeisen berühren. Ist diese Fläche convex, so trägt das Eisen mehr als wenn sie flach ist. Folgende Tafel zeigt den Einfluſs des Gewichts der Hufeisen (*A* wog 1,5, *B* 0,35 und *C* 0,292 Kilogrm.), der Form der Berührungsfläche des Ankers für zwei verschiedene Elektromotore, deren Zinkplatte bei dem kleineren $\frac{3}{4}$, und bei dem gröſseren $2\frac{1}{3}$ Paris. Quadratfuſs enthielt. Die Hufeisen waren mit zwei Drähten umwickelt, deren jeder für sich mit dem Elektromotor verbunden war.

	Kleinerer Elektromotor				Gröſserer Elektromotor			
	flacher Anker.		convexer Anker.		flacher Anker.		convexer Anker.	
	Getragenes Gewicht in Kilogrammen							
	mittl.	gröſstes	mittler.	gröſstes	mittler.	gröſstes	mittler.	gröſst.
A	9,60	13,00	16,80	22,75	19,22	19,75	36,33	41,00
B	7,50	9,00	7,80	11,70	14,25	16,00	11,50	12,75
C	4,62	4,75	8,33	10,50	9,50	10,00	11,60	11,50

Als bei Anwendung des kleineren Elektromotors die Hufeisen nur mit einem Spiraldraht umwunden wurden, zeigte sich indefs die Anomalie, dafs die Tragkraft

beim convexen Anker kleiner als beim flachen war, vermuthlich wegen der Schwierigkeit den Anker gerade in der günstigsten Lage an das Eisen zu hängen.

Der Einfluſs des Gewichts der Hufeisen auf die Tragkraft derselben ergab sich noch aus einigen anderen Versuchen. Zu diesen wurden zwei Hufeisen P und Q angewandt, und mit dem gröſseren der eben erwähnten Elektromotore verbunden. P wog 2,4 Kilogrm. und trug im Maximo 75,5 Kilogrm., im Mittel 61 Kilogrm.; Q wog 2,6 Kilogrm., und trug im Maximo 86,5 und im Mittel 76 Kilogrm. Ein gröſserer Elektromotor von $4\frac{2}{3}$ Quadratfuſs Zinkfläche gab Q keine gröſsere Tragkraft, nämlich im Maximo eine von 78 K. und im Mittel von 66,6. (Als es darauf wieder mit dem ersten Elektromotor verbunden ward, trug es im Maximo nur 71 K. und im Mittel 66 K., also weniger wie zuvor.) Derselbe gröſsere Elektromotor gab einem dritten Hufeisen R von 5 Kilogrammen Gewicht, bei Anwendung eines 1 Kilogrm. schweren Ankers, eine Tragkraft von im Maximo 101 K. und im Mittel 90 Kilogrm., bei Anwendung eines 2 Kilogrm. schweren Ankers, eine Tragkraft von im Maximo 117 Kilogrm. und im Mittel 108 Kilogrm. — Die Tragkraft wurde hier, wie in den andern Fällen, theils durch eine mit Gewichten beschwerte, an den Anker gehängte Schale, theils durch einen Hebel mit Gewichten, theils durch Regnier's Dynamometer bestimmt.

7) In Betreff des Metalls der Spiraldrähte zeigte sich, daſs ein Eisendraht eine Tragkraft von 1,8 Kilogrm. hervorrief, unter gleichen Umständen, unter denen ein Kupferdraht eine Tragkraft von 5,9 Kilogrm. erregte. — Prof. Moll fand umgekehrt eiserne Drähte wirksamer als kupferne (Annal. Bd. XXIV S. 636), aber nur deshalb, weil derselbe, wie Hr. Dal Negro bemerkt, vernachlässigte den Kupferdraht vom Eisen zu isoliren.

8) Diese Isolirung ist nämlich von bedeutendem Einfluſs. Eine unmittelbar auf das Hufeisen gewickelte Spi-

rale gab Hrn. Dal Negro eine Tragkraft von im Maximo 18 und im Mittel 16 Kilogrm.; eine andere, durch Seide vom Eisen isolirte dagegen im Maximo 26 Kilogrm. und im Mittel 25,46 Kilogrm. Tragkraft.

9) Dickere Drähte gaben bis zu einer gewissen, von der Stärke des Stroms bedingten Gränze hinauf eine gröfsere Tragkraft als dünnere.

10) Mehre Drähte gleichzeitig um das Eisen gewikkelt, einmal in parallelen, ein ander Mal in sich durchkreuzenden Windungen, gaben das Resultat, dafs die parallelen Windungen am kräftigsten wirkten.

11) Was den Elektromotor zu diesen Versuchen betrifft, so scheint, sagt Hr. D. N., der spiralförmige von Offerhaus der zweckmäfsigste; doch meint er, wenn man beabsichtige, mit der kleinsten Zinkfläche die gröfstmögliche Wirkung zu erreichen, so seyen noch fernere Versuche erforderlich. Er erinnert daran, dafs, nach Marianini's Versuchen, das günstigste Verhältnifs der Zink- zur Kupferfläche $=1:3$ sey, dafs, nach Hrn. Bigeon's Erfahrungen, diefs Verhältnifs durch den Abstand der Platten abgeändert werde, es bei 9 Linien Abstand nur $=9:15$, und bei 4 Linien Abstand $=1:2$ sey *).

12) Im Laufe seiner Untersuchung hatte Hr. Dal Negro Gelegenheit folgende sonderbare Beobachtung zu machen. Wenn man, sagt er in seiner ersten Abhandlung, den Magneten die früher gebrauchten Spiralen entzog, entweder um die Zahl der Windungen, oder um den Diameter der Metalldrähte zu ändern, so wollten die Magnete durch mehre Tage auch nicht die geringste magnetische Kraft annehmen. Bei Vollendung dieser Versuche wurde eben dieses Phänomen mit dem Magnet *C* beobachtet, dem derselbe Metalldraht entzogen, der aber sogleich, nur mit etwas kleinerer Anzahl Windungen, wieder umwikkelt worden war, und dem man auf keine Weise eine bemerkbare magnetische Kraft ertheilen konnte, wiewohl

*) Man sehe übrigens das Ende dieses Aufsatzes.

seit jenem Vorfall bereits 14 Tage verstrichen waren *). — Im zweiten Aufsatz (oder vielmehr dessen Auszug in Baumgartner's Zeitschrift, Bd. II S. 94) heifst es: Es trat übrigens dieses Phänomen nur dann ein, wenn das Eisenstück polirt war und mit der Spirale in unmittelbarer Berührung stand. Und ferner: Schon aus dem Umstand, dafs bei nicht polirtem, blofs mit dem Hammer bearbeitetem, folglich noch immer mit einer dünnen Oxydschicht überzogenem Eisen dieses Phänomen nicht eintritt, und aus der Bemerkung, dafs bei der unmittelbaren Berührung mit einer Spirale aus Eisendraht die magnetische Kraft gänzlich aufhört, aber bei einer Kupferspirale nur vermindert wird, lassen sich mehre Folgerungen ableiten u. s. w. — Diese Aeufserungen erregen nothwendig die Frage: Wenn eine Eisenspirale in unmittelbarer Berührung mit polirtem Eisen, wie übrigens gar nicht zu bezweifeln steht, diesem Eisen keinen Magnetismus einprägt, und doch das erwähnte Phänomen nur unter diesen Umständen auftritt, wodurch erhält das Eisen dann das erste Mal seinen Magnetismus? — Hierüber geben Hrn. Dal Negro's Aufsätze, oder wenigstens die erwähnten Auszüge von ihnen, keinen Aufschlufs. — Dafs übrigens ein polirtes Hufeisen bei unmittelbarer Berührung mit einer Eisenspirale gar keinen, und bei unmittelbarer Berührung mit einer Kupferspirale nur einen sehr schwachen Magnetismus erhält, hat offenbar darin seinen Grund, dafs die Elektricität ihren Weg im ersten Fall ganz, und im zweiten Fall, wegen besserer Leitungsfähigkeit des Kupfers, zum grofsen Theil direct der Länge nach durch das Hufeisen nimmt. Diesen Einflufs der Leitungsfähigkeit erweist Hr. Dal Negro übrigens durch ein Paar Ver-

*) Nach einem Jahre wurde derselbe Magnet wieder einem Versuch unterzogen, und er, der früher 11 Kilogrm. getragen hatte, zeigte nun ganz unter denselben Umständen nur eine Kraft von 1,4 Kilogrm. Ein Beweis, wie lang die innere Veränderung andauere, sagt Hr. N.

suche, wo er eine (offenbar vom Hufeisen isolirte) Eisenspirale, die für sich dem Hufeisen eine Tragkraft von 15 Kilogrm. ertheilte, entweder an ihren beiden Endpunkten oder an zwei intermediären Punkten mit einem Kupferdraht berührte. Die Tragkraft sank dann im ersten Fall auf 0,06 Kilogrm. und im zweiten auf 7 Kilogrammen herab, während, wenn statt des Kupferdrahts ein Eisendraht genommen ward, die Kraft auf 14 Kilogrm. stehen blieb. — Dann heifst es weiter bei Herrn Dal Negro: Nur so viel ist gewifs, dafs durch die unmittelbare Berührung der Spirale und des Eisenstücks in letzterem eine innere Veränderung hervorgebracht wird, die seine Leitungsfähigkeit für Elektricität bleibend gesteigert, oder seine Fähigkeit, in den magnetischen Zustand zu gerathen, vermindert hat. —

Uebrigens bemerkt Hr. D. N. auch noch in seinem ersten Aufsatz: Aus vielen Versuchen ging hervor, dafs die gröfste Kraft des Magneten sich nicht immer bei der ersten Magnetisation zeigte, sondern erst beim vierten oder fünften, ja einmal sogar erst beim zehnten Experiment. Die mittlere Kraft eines mit einem gegebenen Elektromotor magnetisirten Magnets (wie sie vorhin häufig angegeben ist) konnte daher erst aus oftmals wiederholten Versuchen berechnet werden.

13) Hr. Dal Negro versuchte auch den in Eisen durch einen Elektromotor vorübergehend erregten Magnetismus in einen bleibenden zu verwandeln. Er versetzte den Magnet bald in reinem Zustande, bald mit dem zur Stählung des Eisens gewöhnlichen Cement bedeckt, mitten unter der Einwirkung des elektrischen Stroms, in Weifsglühhitze, und tauchte ihn dann in kaltes Wasser; aber der magnetische Zustand verschwand stets mit Unterbrechung des Stroms. — Nicht temperirter Stahl erhielt zwar durch den elektrischen Strom einen bleibenden Magnetismus, aber einen viel schwächeren, als er durch die gewöhnlichen Mittel erhalten haben würde. — Weifsglühen-

hender Stahl nahm keinen Magnetismus an, beim Ablöschen in kaltem Wasser aber einen etwas stärkeren als der temperirte Stahl. — Durch eine längere selbst 20stündige Dauer des elektrischen Stroms, durch Streichen des Stahlstücks während dieser Einwirkung des Stroms, mit einem anderen Stahl, durch kurze starke Schläge, noch durch sonst ein Mittel konnte der Magnetismus des Stahls über den Grad erhöht werden, welchen dieser beim Beginnen des Stroms angenommen hatte. — Dagegen gelang es in Stahl durch Streichen mit dem sogenannten Elektromagneten einen bleibenden Magnetismus von beträchtlicher Stärke zu erregen. Ein Stahlstück, welches durch unmittelbare Einwirkung des elektrischen Stroms einen solchen Magnetismus erlangt hatte, dafs es sein eigenes Gewicht trug, erhielt durch Streichen mit einem vorübergehenden Magnet eine vier Mal so grofse Tragkraft.

Endlich versuchte auch noch Hr. Dal Negro den Magnetismus der Elektromagnete als bewegende Kraft anzuwenden. Die Versuche scheinen noch sehr im Kleinen angestellt zu seyn, wir zweifeln aber gar nicht, dafs man bald von der magnetischen Kraft eine Anwendung im Grofsen machen, und durch sie, wenigstens in gewissen Fällen, die Spannkraft des Wasserdampfs ersetzen wird.

In einer dritten Abhandlung, welche aus dem vorhin genannten italiänischen Journal in Baumgartner's Zeitschrift, Bd. II S. 286 mitgetheilt wird, beschäfftigt sich Hr. Dal Negro vorzüglich mit der zweckmäfsigsten Einrichtung des Elektromotors zu den obigen Versuchen. Er ist dabei zu dem paradoxen Resultat gekommen, dafs *die magnetisirende Kraft eines Elektromotors sich nicht nach der Gröfse der Oberfläche desselben, sondern nach deren Umfang richtet*, die magnetisirende Kraft gemessen durch die Last, welche die Elektromagnete tragen.

Die Kraft eines Elementes aus Zink und Kupfer, bei dem die Kupferplatte immer gleiche Gröfse behielt, die

Gröfse der Zinkplatte aber verändert ward, war folgende:

Oberfläche des Zinks.	Umfang des Zinks.	Tragkraft.	Oberfläche des Zinks.	Umfang des Zinks.	Tragkraft.
Quadratz.	Zoll.	Kilogrm.	Quadratz.	Zoll.	Kilogrm.
6	14	13,85	36	24	30,3
12	16	18,2	42	26	29,6
18	18	22,8	48	28	32,8
24	20	24,6	54	30	33
30	22	25,8	60	32	35,6

Eine quadratische Zinkplatte erregte eine Tragkraft =9,26 Kilogrm., eine rectanguläre von gleicher Oberfläche hingegen eine von =17,18 Kilogrm. — Eine andere quadratische Zinkplatte von 1,45 Quadratz. Oberfläche gab eine Kraft =26 Kilogrm., als aber ein viereckiges Stück aus derselben geschnitten ward, so dafs nur ein Zinkrahmen von 3 Lin. Breite übrig blieb, gab dieser Rahmen die Kraft =24 Kilogrm., das herausgeschnittene Stück dagegen die Kraft =22,4 Kilogrm., und als dieses in einen 2 Lin. breiten Rahmen verwandelt ward, erregte es noch eine Kraft =19,5 Kilogrm.

Um zu erfahren wie viel von dieser Wirkung des Zinkrahmens auf Rechnung der Seitenfläche, und wie viel auf Rechnung der Ränder zu setzen sey, wurden verschiedene Zinkrahmen mit einer isolirenden Masse aus Pech und Siegellack überzogen, und dann in ein mit saurem Wasser gefülltes Kupfergefäfs gesetzt. Als nun der äufsere Rand entblöfst ward, bekam man die Kraft =3 Kilogrm., als beide Ränder von Aufsen und Innen entblöfst wurden, die Kraft =9,3 Kilogrm., als man auch eine der Seitenflächen entblöfste, die Kraft =16,9 Kilogrm., und als endlich beide Oberflächen entblöfst wurden, die Kraft =17 Kilogrm. Es war also auch hier der Rand von gröfserer Wirksamkeit als die Oberfläche.

Alles diefs galt vom Umfang der Zinkplatte; ähnli-

ches gilt aber auch vom Umfang der Kupferplatte. — Ein Element, bestehend aus einem Zinkstreifen oder Zinkdraht und einer mit saurem Wasser gefüllten Kupferrinne, liefert die kräftigsten Magneten und giebt gute Funken. Ein Element aus einem Kupfer- und einem Zinkdraht, die zu einer ebenen Spirale zusammengewunden sind, ist, bei Eintauchung in eine Säure, zu Versuchen über die elektromagnetische Anziehung oder Abstofsung, so wie zum Magnetisiren im hohen Grade geeignet.

Nur die magnetisirende Kraft des Elektromotors wächst, nach Dal Negro, mit dessen Umfang; seine wärmeerregende Kraft richtet sich dagegen nach der Oberfläche, und wächst daher mit Verkleinerung der Platten (da hiebei die Oberfläche im Verhältnisse zur Masse zunimmt).

V. *Bemerkung über die Farbenveränderung der Choroidea in Thieraugen; von Sir D. Brewster.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. III p.* 288.)

Hr. Fielding hat einige interessante Versuche bekannt gemacht *) über gewisse Farbenveränderungen, welche die die Choroidea des Auges bekleidende Membran durch chemische und andere Agentien annimmt; besonders hat er einen Versuch beschrieben, welcher zeigt, dafs wenn die Farben durch's Trocknen verschwunden sind, sie durch blofses Eintauchen in Wasser wieder aufgefrischt werden können.

In dem Kapitel über die Farben natürlicher Körper im Artikel *Optics* der *Edinburgh Encyclopaedia* habe ich diese Thatsache als eine Erläuterung und Bestätigung

*) *Phil. Mag. Ser. III Vol. I p.* 115 und *Vol. III p.* 87.

von Newton's Theorie der Farben natürlicher Körper angeführt, und ich finde mich veranlafst, dieſs hier zu erwähnen, nicht bloſs um für Hrn. Drummond von Belfast das Verdienst der ersten Anstellung dieses sonderbaren Versuches zurückzufordern, sondern auch um hinsichtlich des Zusammenhanges dieser Thatsache mit der Newton'schen Theorie einige fernere Bemerkungen zu machen. Am angeführten Ort ist sie folgendermafsen erwähnt.

Hr. Drummond in Belfast hat beobachtet, dafs die *Membrane* hinter der Netzhaut eines Hundes und anderer Thiere, welche jenen *blauen* und *grünen* und bisweilen *rothen* Widerschein geben, der oft bei dem lebenden Thiere mit solchem Glanze hervortritt, die Eigenschaft, diese Farben zu reflectiren, beim Trocknen verliert und völlig schwarz wird. Nachdem ich diese Thatsache von Hrn. Drummond kennen gelernt hatte, präparirten wir mehre Augen, welche diese Farben mit grofser Lebhaftigkeit reflectirten, und fanden beständig, dafs sie im *trocknen* Zustand *schwarz* wurden, dagegen *blau* und *grün*, wenn wir sie in Wasser einweichten. Nachdem sie *vier oder fünf Jahre im trocknen Zustand* gelegen hatten, besafsen sie noch die Eigenschaft, ihre früheren Farben bei Anfeuchtung zu entwickeln. Es ist bemerkenswerth, dafs das *Schwarz* augenblicklich in ein lebhaftes *Blau*, das *Blau* in *Grün*, und das *Grün* in *Grünlichgelb* übergeht *).

Nachdem dieser Paragraph geschrieben worden war, hatte ich Gelegenheit den Versuch mit einem der eben beschriebenen Augen zu wiederholen, und dabei fand ich, dafs die Farben in der Membran zehn bis zwölf Jahre, nachdem sie aus dem Thier genommen war, wieder aufgefrischt werden konnten.

Ich erinnere mich nicht irgendwo angegeben gefunden zu haben, dafs die lebhaften Farben, welche an Thieraugen sichtbar sind, am Menschenauge beobachtet wor-

*) *Edinburgh Encycl. Vol. XV p.* 623.

den seyn; allein ich hatte Gelegenheit sie vor einigen Jahren auf die deutlichste Weise und zu wiederholten Malen an den Augen eines zehnjährigen Knaben zu beobachten. Die Farbe war *hellroth* mit einem Stich in's Purpurrothe, doch vermochte ich nicht zu ermitteln, ob diese Farbe mit zunehmenden Jahren sich verändert habe.

Es gelang mir, eins der präparirten Exemplare vom Tapetum eines der vorhin erwähnten Ochsenaugen aufzufinden, welches fast zwanzig Jahre lang aufbewahrt worden war. Im trocknen Zustande war es schwarz wie Kohle, und dennoch konnten die blauen und grünen Farben der vorhin erwähnten Membrane durch bloſse Eintauchung in Wasser mit all ihrer ursprünglichen Lebhaftigkeit wieder aufgefrischt werden.

Es ist ein sonderbarer Umstand bei den so hervorgerufenen Farben, daſs sie, obgleich sie anscheinend die der dünnen Platten sind, aus dem Schwarz unmittelbar in das Blau und Grün der zweiten Ordnung vorrücken, und alle dazwischen liegenden Farben erster Ordnung überschlagen. Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei den Schwanzfedern des Pfau's, bei dem Gefieder anderer Vögel und beim Labrador. In einer künftigen Mittheilung hoffe ich eine genügende Erklärung von dieser merkwürdigen Continuitäts-Unterbrechung geben zu können.

VI. *Beschreibung eines am 13. März 1833 in Cambridge gesehenen Nordlichts; von G. B. Airy.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. II p.* 315.)

Am 13. März d. J. Abends wurde zu Cambridge ein wohl ausgebildetes Nordlicht gesehen. Es wurde etwa um $8\frac{1}{2}$ Uhr zuerst bemerkt (einige Minuten früher war nichts Bemerkenswerthes sichtbar), wo es als eine dunkle

Wolke, oben mit einem breiten hellen Rand, erschien. Die Gränzlinie des oberen Randes ging ein wenig unter dem Polarstern und der Venus hinweg. Auf drei Personen, welche diese Wolke damals sahen, machte sie den Eindruck, als wäre sie undurchsichtig. Kurz hernach (wahrscheinlich zwischen 8^h 35′ und 8^h 45′ Cambridger mittl. Zeit) gewahrte man, dafs der helle Rand sich in Streifen zu zertheilen anfing, und dafs sowohl durch den *dunkeln* wie durch den hellen Theil Sterne sichtbar wurden *). Um diese Zeit ging der obere Rand der hellen Zone oder das obere Ende der Streifen etwas über den Polarstern und ungefähr zwei Grad über die Venus hinweg. Die Länge der Streifen betrug höchstens 6 bis 7 Grad. Unter der Venus bildete sich nun ein heller Fleck, welcher sich während der ganzen Erscheinung fast permanent in dieser Lage erhielt. Kurz nach ihrer Bildung waren die Streifen gekrümmt, mit der Convexität gegen Westen; späterhin wurden sie geradlinig und in ihrer Richtung fast senkrecht auf dem hellen Rand (vielleicht weil sie von dieser Richtung gegen die Richtung einer Verticale neigten). Während diese Streifen östlich vom Polarstern beobachtet wurden, zeigte sich über ihnen eine *Sternschnuppe*, und die Richtung ihrer Bahn coincidirte mit dem Intervall zwischen zwei Streifen, doch waren wir ungewifs, ob sie sich ihnen näherte oder von ihnen entfernte.

Sehr merkwürdig war die *Seitenbewegung der Streifen* **). Einige blieben stillstehen (veränderten blofs ihre Länge) bis sie verschwanden; keiner der Streifen westwärts von α Persei machte hiervon eine Ausnahme. Allein zwischen dem Polarstern und α Persei bewegten sich viele der Streifen, sogleich nachdem sie wohl ausgebildet waren, stetig und gleichförmig nach Westen, keiner von

*) Vergl. Annal. Bd. XXII S. 454.

**) Ebendaselbst, S. 457.

ihnen in entgegengesetzter Richtung. Ich kann nicht behaupten, dafs einer von ihnen sich vom Polarstern bis α Persei bewegt hätte; doch mehre von ihnen bewegten sich durch den gröfseren Theil dieser Strecke, und mit einer Geschwindigkeit, welche sie (nach mehren Zeugnissen zu urtheilen) in 24 Secunden vom Polarstern nach α Persei gebracht haben würde. Die Streifen gingen gewöhnlich zu vier oder fünf in Gesellschaft. Einmal kam ein fortrückender Streifen in Berührung mit einem, der entweder stillstand oder sich langsamer bewegte; sie vereinigten sich und bildeten einen breiten Streifen, der weiter vorwärts ging. Dieser Vorgang wurde einmal mit Deutlichkeit (von einem der Beobachter) und mehrmals zweifelhaft wahrgenommen. Diese Seitenbewegung ist, wie ich glaube, noch nicht genug hervorgehoben. Einst (9. Oct. 1830) sah ich eine Masse von Streifen, die sich über 30° der Länge erstreckten (gemessen längs dem hellen Bogen) durch dreifsig bis vierzig Grad im Azimuth, aber von West nach Ost, bewegen, ohne merkliche Veränderung. Am 13. März erstreckte sich die ganze Erscheinung wenig ostwärts vom Polarstern. Wenige Minuten vor 9 Uhr fing der Bogen an sich in Massen zu zertheilen, die alle von fedriger Structur waren. Eine, die bald erlosch, stand beim Polarstern, eine andere vor der Cassiopeja, eine dritte bei und unter der Venus; die beiden letzten erhielten sich noch bis $9\frac{1}{4}$ Uhr, und verschwanden dann, wie es schien, allmälig. Am nordwestlichen Horizont blieb ein helles Licht, doch ohne Bogen oder aufsteigende Streifen.

Diefs Nordlicht machte auf die, welche es sahen, unwiderstehlich den Eindruck, als habe es irgend einen Zusammenhang mit den Wolken; doch ist es nach der ungemeinen Klarheit des Abends und der gänzlichen Abwesenheit von Wolken (aufser der, aus welcher das Nordlicht zu entspringen schien) wahrscheinlich, dafs, wenn es sehr hoch stand, von vielen Personen an entfernten

Orten gesehen worden ist. — Der Wind war OSO, mäfsig; vor Sonnenuntergang schien in den oberen Luftregionen ein nördlicher Strom zu herrschen. Das Barometer stand auf 29″,5 und fiel, das Thermometer zeigte etwa 33° F., die Luft war sehr trocken.

VII. *Fernere Methoden zur Messung der Stärke des Lichts.*

Im neunten Heft des laufenden Jahrgangs (S. 186 dieses Bandes) der Annalen theilten wir die Beschreibung verschiedener in neuerer Zeit vorgeschlagener Photometer mit; gegenwärtig wollen wir denselben noch einige hinzufügen, zum Beweise, wie fühlbar das Bedürfnifs, die Intensität des Lichts mit Genauigkeit zu messen, von jeher unter den Physikern gewesen ist.

1) Astrometer des Hrn. A. v Humboldt.

Bereits im 7. Bande der Gilbert'schen Annalen, S. 347, sind einige der mit diesem Instrument erhaltenen Resultate über die Lichtstärke südlicher Sterne angegeben worden, indefs ohne Beschreibung der einfachen und sinnreichen Methode, durch welche sie gefunden wurden. Da diese indefs einer leichten und mehrfachen Anwendung fähig ist, und sie überdiefs nicht scheint so allgemein bekannt geworden zu seyn wie sie es verdient, so wollen wir hier diese Lücke auszufüllen suchen.

Bekanntlich ist jeder Sextant mit zwei gegen seinen Limbus senkrechten Spiegeln versehen, einem kleineren, der unverrückbar am Rande einer der Speichen des Instruments befestigt ist, und einem gröfseren, der in der Axe auf der Alhidade steht und mit derselben herumgedreht werden kann. Stellt man die Alhidade auf den Nullpunkt der Theilung, wodurch die beiden Spiegel in

parallele Lage kommen, und richtet das Instrument nach einem Stern, so erblickt man in dem Fernrohr, das parallel dem Limbus unter etwa 15° gegen den kleinen Spiegel geneigt ist, zwei Bilder von dem Stern, ein directes durch die obere, unbelegte Hälfte des kleineren Spiegels, und ein indirectes, welches erst nach successiver Reflexion an dem gröfseren Spiegel und der belegten Hälfte des kleineren in das Fernrohr gelangt. Letzteres ist natürlich wegen der zweimaligen Reflexion im Allgemeinen bedeutend schwächer als das erstere. Es giebt indefs ein einfaches Mittel sie beide von gleicher Stärke zu machen. Das Fernrohr an dem Sextanten nämlich läfst sich zwar, wie es die Natur dieses Instruments verlangt, nicht um seine Axe drehen, aber es ist mit einer Schraube versehen, wodurch es in stets paralleler Lage mit der Ebene des Limbus dieser genähert oder von ihr entfernt werden kann. Durch diese Näherung und Entfernung läfst sich nun leicht bewirken, dafs die directen und reflectirten Strahlen des Sterns, welche sich für eine gewisse Lage des Fernrohrs genau in dem Objectiv desselben theilen, so dafs erstere durch die obere, und letztere durch die untere Hälfte gehen, in jedem beliebigen Verhältnifs auf das Objectiv gelangen. Nähert man nämlich das Fernrohr dem Limbus, so vergröfsert sich der Theil des Objectivs, welcher die reflectirten Strahlen auffängt, folglich wächst auch die Lichtstärke des reflectirten Bildes, während die des directen aus gleichem Grunde abnimmt, und dadurch gelangt man bald zu einem Punkt wo die Intensität der beiden Bilder gleich wird.

Hat man diesen Punkt für die beiden Bilder Eines Sternes erreicht, so ist der Vergleich zweier Sterne sehr leicht gemacht. Man braucht nämlich das Fernrohr nur auf den einen zu richten, und dann die Alhidade so weit zu drehen, bis man neben diesem directen Bilde das reflectirte Bild des zweiten Sterns erblickt. Das Auge entscheidet nach einiger Uebung leicht, wer von beiden der

hellere sey, und durch mehre solcher Vergleiche ist man also im Stande, die verglichenen Sterne nach ihrer relativen Helligkeit zu ordnen.

Auf diese Weise hat Hr. v. Humboldt während seines Aufenthalts in Amerika folgende Bestimmungen gemacht *). Sterne erster Gröfse sind zwischen 80° und 100° gesetzt; die zweiter Gröfse zwischen 60° bis 80°; die dritter Gröfse zwischen 45° bis 60°; die vierter zwischen 30° bis 45° und die fünfter zwischen 20° bis 30°.

Sirius	100°	β im Kranich	75°
Canopus	98	β - Grofsen Hund	73
α im Centauer	96	α - Hasen	71
Achernar	94	α - Tucan	70
β im Centauer	93	β - Hasen	70
Fomahault	92	α in der Taube	68
Rigel	90	β - - -	67
Prokyon	88	η im Grofsen Hund	66
Beteigeuze	86	α - Phönix	65
ε im Grofs. Hund	83	γ - Kranich	58
δ - - -	81	ζ - Grofsen Hund	51
α - Kranich	81	α - Indianer	50
α - Pfau	78	β - Grofsen Hund	47

Bei dem Vergleiche von Sternen, die verschiedene Abstände haben, fallen natürlich die Strahlen derjenigen, die man durch Reflexion erblickt, unter verschiedenen Winkeln auf die Spiegel. Diese Verschiedenheit der Einfallswinkel würde auf die reflectirte Lichtmenge von grofsem Einflufs seyn, wenn die Reflexion an durchsichtigen Gläsern geschähe. Da sie aber an belegten Gläsern, also an Metallspiegeln, geschieht, so kann daraus kein erheblicher Nachtheil für den angedeuteten Zweck des Astrometers entspringen **).

*) *Voyage etc. Edit.* 8° *T. IV p.* 32 und 287.

**) Nach den in Bd. XXII S. 608 dieser Annal. mitgetheilten Me-

2) Photometer des Hrn. Potter *).

Dieser Photometer hatte zunächst den Zweck, die relative Helligkeit der durchgelassenen Ringe Newton's zu messen, und daran die Fresnel'sche Formel zu prüfen; dann auch wurde es vom Verfasser gebraucht, um das Reflexionsvermögen verschiedener Substanzen mit einander zu vergleichen.

Die Construction dieses Instruments ist folgende. Ein Brett von 16 Zoll Länge und 12 Zoll Breite ist mit einer Furche in Form eines Halbkreises versehen, und in dieselbe ein rectangulärer Streifen weifser Pappe von $23\frac{3}{4}$ Zoll Länge und $3\frac{3}{8}$ Z. Breite so eingesteckt, dafs dieser Streifen einen auf der Ebene des Brettes senkrechten Halbcylinder bildet. In der Mitte dieses Halbcylinders, gleichsam als Axe desselben, ist ein Stift errichtet, um den sich zwei Arme drehen. Jeder dieser Arme trägt, senkrecht gegen die Ebene des Brettes, eine gut polirte, auf der Rückseite geschwärzte Platte Kronglas. Diese Platten sind so gestellt, dafs, wenn die Arme über einander liegen, sie in Einer senkrechten Ebene stehen und einander mit den Rändern in einer Linie berühren, welche die Axe des pappenen Halbcylinders ist. Die eine Platte steht also auf einem über die Axe hinausragenden Fortsatz des unteren Armes. Unter den Armen, auf der Ebene des Brettes, befindet sich ein getheilter Quadrant. Der Gebrauch dieses Instruments setzt einen mit Wolken oder Nebel gleichförmig bezogenen Himmel voraus, und es wird angenommen, dafs die hohle Seite

sungen des Hrn. Potter variirt die Intensität des von Metallspiegeln reflectirten Lichts so wenig mit dem Einfallswinkel, dafs man sie fast als unveränderlich betrachten kann. Genauere Messungen über diesen Gegenstand sind nicht vorhanden. *P.*

*) Aufser diesem Photometer hat noch Hr. Ritchie vor einigen Jahren ein Paar Instrumente unter demselben Namen beschrieben, die wir hier aber übergehen, da sie bereits im neuen Gehler'schen Wörterb., Bd. VII S. 482 u. 486, aufgeführt sind. *P.*

des Pappcylinders, wenn man sie gegen einen solchen Himmel richtet, überall gleichförmig erhellt sey. In dieser Voraussetzung wird die Intensität des Lichts, welches das Auge durch ein zur Seite des Pappcylinders parallel mit dem Brett und auf die Drehungsaxe der Arme gerichtetes Rohr mittelst der Reflexion an einer der Glasplatten von der hohlen Seite des Cylinders empfängt, lediglich bedingt durch den Winkel, unter welchen die Lichtstrahlen von der hohlen Pappseite auf das Glas fallen und von da durch das Rohr in das Auge gesandt werden; und weil, der Annahme nach, die Intensität des einfallenden Lichts für alle Incidenzen gleich ist, so kann man die Intensität des reflectirten Lichts berechnen, wenn man das Reflexionsvermögen des Glases und den Einfallswinkel kennt, welcher letzterer übrigens an dem getheilten Quadranten des Instruments abzulesen ist.

Um nun die hellen und dunkeln Theile der durchgelassenen Newton'schen Ringe ihrer Lichtstärke nach mit einander zu vergleichen, stellt Hr. Potter den zur Darstellung dieser Ringe geeigneten Apparat (eine Glaslinse gepreſst gegen eine Glasplatte) so auf, daſs er das Licht, welches die an den drehbaren Armen befestigten Glasplatten (die zu dem Ende bis auf einen schmalen Streifen mit schwarzen Papier überzogen sind) von den hohlen Pappcylindern reflectiren, mit jenen Theilen vergleichen kann. Aus dem Einfallswinkel, bei welchem das reflectirte Licht dem Licht der Newton'schen Ringe gleich ist, ergiebt sich dann die Intensität der letzteren. Der Vergleich geschieht hiebei nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd und in der möglichst kurzen Zeit. Die Newton'schen Ringe waren hiebei gebildet entweder in dem grünen Lichte, welches eine Lösung von Scheel'schem Grün in Salzsäure liefert, oder in dem rothen, welches man durch eine Auflösung von Jod in Jodwasserstoffsäure erhält, und durch Vorsetzung eben dieser Lösungen in Flaschen mit parallelen Flächen war das vom

Pappcylinder reflectirte Licht gefärbt, wenn es sich um den Vergleich der grünen und rothen Ringe handelte.

Um das Reflexionsvermögen irgend einer Substanz mit dem des Kronglases zu vergleichen, ersetzt Hr. Potter das an dem einen Arm befestigte Glas durch eine wohl polirte Platte aus jener Substanz, und ermittelt den Einfallswinkel, unter welchem das an ihr reflectirte Licht des Pappcylinders gleich hell wie das unter einem andern gemessenen Winkel vom Glase zurückgeworfene Licht erscheint. Wenn dann das Reflexionsvermögen des Glases bekannt ist, so hat man auch daraus das der anderen Substanz.

Was die mit diesem Instrument erhaltenen Resultate betrifft, so führen dieselben Hrn. Potter überall zu den gröfsten Widersprüchen mit der Fresnel'schen Theorie. So z. B. findet er bei den durchgelassenen Newton'schen Ringen, wenn sie mit dem angeführten rothen Licht gebildet werden, die Lichtstärke der dunkeln und hellen Theile in dem Verhältnifs 1 : 3,51, während er dasselbe nach Fresnel's Formel zu 1 : 1,538 berechnet. Ferner findet er, dafs der Diamant unter der Incidenz 3° eben so viel Licht reflectirt als Kronglas unter der Incidenz 63° 48', und dadurch kommt er zu dem Schlufs, dafs die Intensität des vom Diamant unter dieser Incidenz reflectirten Lichts =9,41 ist, wenn die Intensität des einfallenden Lichts =100 gesetzt wird; nach Fresnel's Formel

$$\left(\frac{m-1}{m+1}\right)^2$$

worin m der Brechungsindex des Diamants =2,5 ist, würde aber der Diamant unter senkrechter Incidenz 18,36 von 100 einfallenden Strahlen reflectiren.

Die eben genannten Resultate fufsen auf die Messungen über das Reflexionsvermögen des Kronglases, welche Hr. Potter früher angestellt (mit einem ähnlichen Instrument wie das S. 606 Bd. XXII dies. Annalen beschriebene) und im *Edinburgh Journ. of Science, New*

Ser. Vol. IV p. 50 und 320, bekannt gemacht hat. Da diese stark von der Fresnel'schen Theorie abweichen, so ist es natürlich kein Wunder, wenn auch die gegenwärtigen nicht stimmen wollen. Bei beiden scheint uns aber das Verfahren nicht genau genug, um darnach die Undulationstheorie verwerfen zu können, im Gegentheil ist man durch den Widerspruch mit einer Theorie, die sich schon auf so vielfache Weise erprobt hat, zu dem Schlufs berechtigt, dafs der Grund der Abweichungen in der Mangelhaftigkeit der Messungen zu suchen sey. (*Ann. of Phil. Ser. III Vol. I p.* 174.)

3) Lamprotometer oder Helligkeitsmesser *).

In der Physik werden fast täglich neue Instrumente erfunden und angegeben, von denen freilich der gröfste Theil nicht in Anwendung kommt, theils weil die Instrumente ihrem Zwecke nicht entsprechen, theils weil sie zu kostbar, zu umständlich anzufertigen sind, und aus derlei Gründen mehr. Diefs Schicksal indessen sollte Niemanden, der es mit der Förderung der Wissenschaften aufrichtig meint, zurückschrecken, und es ist eine Pflicht, welcher sich ein Jeder unterziehen sollte, Gedanken und Erfindungen, die er selbst nach hinlänglicher Prüfung für gut findet, mitzutheilen. Aus diesem Grunde halte ich auch nicht mit der Angabe eines Instruments zurück, welches vielleicht bei der Sonderung des Guten vom Schlechten, dem letzteren beigezählt werden wird; das Publicum, hoffe ich, wird darin nur die Absicht erkennen, der Wissenschaft jeden nur möglichen, wenn auch noch so kleinen Dienst zu erweisen. — Ein Lichtmesser, welcher die Tageshelle mit Genauigkeit bestimmt, wird unter den meteorologischen Instrumenten vermifst. Das Rumford'sche Photometer beschränkt sich bei aller seiner Güte nur auf Kerzenlicht und dergl.; das, welches Saussure in den Alpen anwandte, ist wenig brauchbar, eben so wenig wie das

*) Von einem Ungenannten eingesandt. *P.*

Landriani'sche. Leslie's Photometer, dem wir unsern Beifall nicht versagen können, findet häufig keine Anwendung; das Lampadius'sche, welches auf ähnlichen Grundsätzen, wie das hier angegebene beruht, hat aufser mehreren Mängeln den Fehler, dafs es sich schwierig zur Vergleichung eignet. Die Helligkeit wird durch die Schwächung des Lichts bestimmt, welche es durch Brechung und Absorption durch eine gefärbte Flüssigkeit erleidet, nämlich, indirecter Weise, durch die Intensität einer Lackmustinktur, durch welche man, gegen das Licht gewendet, welches man prüfen will, einen Gegenstand, welcher sich hinter der Flüssigkeit befindet, sehen kann. Die höchst einfache Einrichtung des Instrumentes ist folgende: auf einem Gestelle befinden sich 25 Gläschen, in der Art der Reagenzgläschen, in denen die Tinktur enthalten ist; jedes dieser Gläschen ist mit einer Nummer versehen, in der Art, dafs bei No. 1 sich die dunkelste, bei No. 25 die hellste Auflösung befindet. Die Gläschen, welche äufserst dünn und von 6 Linien im Durchmesser seyn müssen, sind hermetisch verschlossen, um die Verdunstung der Flüssigkeit zu hindern. Das unterste Brett des Gestelles verlängert sich nach der einen Seite um 6 bis 7 Zoll; auf diesem Brette, das an beiden Seiten in Zolle und Linien getheilt ist, befindet sich ein Messingstäbchen, welches sich durch eine Schraube den Gläschen näher bringen und wieder von ihnen entfernen läfst. In dem Stäbchen läuft von dem einen Ende zum andern eine Rinne, in welcher ein sehr blank polirtes Platinstäbchen, das in die Rinne so eingeschoben ist, dafs es senkrecht auf dem Brett steht, sich befindet. Dieses Platinstäbchen kann von dem einen Gläschen zum andern geschoben werden, und ein Strich, welcher von jedem Gläschen, senkrecht auf das Messingstäbchen gezogen, sich auf dem Brette befindet, giebt an, wenn das Stäbchen gerade vor dem Gläschen steht. Damit das Auge des Beobachters sicher und fest stehe, befindet sich auf

der andern Seite, hinter den Gläschen, ein Brett, in welchem hinter jedem Gläschen ein rundes Loch für den Beobachter geschnitten ist, dessen Mittelpunkt sich in der lothrechten Ebene des vorn angegebenen Striches befindet. Beiliegende Zeichnung wird den Apparat anschaulicher machen *). Die Tinktur wird auf folgende Weise angewandt: Nachdem man sich die Lackmustinktur auf die von Berzelius angegebene Weise bereitet hat, füllt man mit dieser concentrirtesten Lösung das Glas No. 1, sodann setzt man zu 24 Theilen der Tinktur einen Theil Wasser, dieſs ist die Flüssigkeit für das Gläschen No. 2; 23 Theile Tinktur und 2 Theile Wasser liefern die für No. 3 u. s. f. — endlich ein Theil Tinktur und 24 Theile Wasser die für No. 25. — Der Gebrauch des Instruments ist folgender: Man stellt den Apparat, wenn man eine gewisse Helligkeit messen will, so gegen das Licht, daſs *B* dem Lichte näher als *A* ist; hinter dem Brettchen *ACD* befindet sich der Beobachter, für dessen Auge das Loch *E* u. s. w. eingeschnitten ist. Durch die Schrauben *F* und *G* stellt man den Stab *HH* den Gläsern näher, oder entfernt ihn von denselben. Je gröſser die Helligkeit, desto weiter wird der Stab entfernt. Der Stab *K* wird mit der Hand von einem Glase zum andern gerückt. Man thut am besten von einem hellen Tone anzufangen, und nun zu beobachten, hinter welchem Gläschen der Stab dem Auge verschwindet. Die Zahl

*) Die bereits für das gegenwärtige Heft getroffenen Dispositionen erlaubten nicht mehr diese Zeichnung in Kupferstich oder Holzschnitt wieder zu geben: hoffentlich wird indeſs der Leser sie nach folgenden Angaben nicht entbehren. *AB* ist an dem rechtwinkligen horizontalen Brett, welches die Gläserreihe trägt, eine der auf dieser Reihe senkrechten Kanten; *ACD* das hinter den Gläsern aufrecht stehende, mit Löchern versehene Brett; *HH* der ausgefurchte Stab, welcher den senkrechten Stab *K* trägt, und, auf dem horizontalen Brette liegend, parallel mit der Gläserreihe durch die Schrauben *F* und *G* verschoben wird. *P.*

Zahl der Gläschen und die Entfernung des Stabs von denselben geben die Helligkeit mit vieler Sicherheit an. In kurzer Zeit denke ich die Versuche, welche ich mit dem Instrumente anstelle, beendigt zu haben, und der Beschreibung desselben auf diese Weise auch den Beweis der Brauchbarkeit folgen zu lassen. Um die Vergleichung möglich zu machen, werde ich eine grofse Reihe von Versuchen mit Kerzen- und Lampenlicht anführen, so dafs ein Jeder, der diesen anspruchlosen Zeilen seine Aufmerksamkeit schenkt, auch selbst entscheiden könne, ob, und in welchem Grade sie dieselben verdient haben *).

*) Ohne den Nutzen des von dem ungenannten Verfasser vorgeschlagenen Instruments für specielle und besonders practische Zwecke ganz abläugnen zu wollen, kann ich doch nicht umhin, zu bemerken, dafs dasselbe die Probleme der Photometrie keineswegs in strenger und allgemeiner Weise löst; denn abgesehen von den Schwierigkeiten, welche die Erlangung einer vollkommenen Gleichheit der Gläser, was ihre Masse, ihre Glasdicke und ihren Durchmesser betrifft, der Vergleichbarkeit zweier solcher Instrumente in den Weg legt, ist erstlich die Lackmustinktur keine so durchaus identische und unveränderliche Flüssigkeit, wie der Hr. Verfasser zu glauben scheint, und zweitens leidet das Instrument auch an dem grofsen Mangel, dafs die Lichtschwächung durch ein *farbiges* Medium bewerkstelligt wird. — Der Hr. Verfasser entschuldige die Bemerkung, dafs wir ein weit vorzüglicheres Werkzeug zur vergleichenden Messung der Intensität des unpolarisirten Lichts bereits in dem, im 9. Heft d. Jahrg., S. 182, beschriebenen Nicol'schen Kalkspath-Rhomboëders besitzen. Verschafft man sich nämlich vier solcher Rhomboëder und richtet sie zu zwei, hinter einander gehalten, auf die beiden Körper, deren Helligkeit verglichen werden soll, so giebt der Winkel, unter welchem man die Hauptschnitte der beiden auf einen dieser Körper gerichteten Rhomboëder gegen einander stellen mufs, damit beide Körper gleich hell erscheinen, ein, wenn auch nicht ganz genaues, doch wenigstens der Wahrheit sehr nahe kommendes Maafs für die relative Lichtstärke beider. Man würde diese Lichtstärke direct dem Cosinus des genannten Winkels proportional setzen können, wenn nicht in den Rhomboëdern durch partielle Reflexion und durch Absorption von Seiten der Balsamschicht ein kleiner Theil des Lichts verloren ginge.

VIII. *Fallversuche über die Umdrehung der Erde, angestellt von F. Reich, Prof. der Physik an d. K. S. Bergacademie in Freiberg.*

Wenn ein Körper, auf oder unter der Oberfläche der Erde, von einer beträchtlichen Höhe herab dem freien Falle überlassen wird, so mufs er bekanntlich, wie schon Newton i. J. 1679 darthat, in Folge der Rotation der Erde, von der Verticale um eine mefsbare Gröfse nach Osten abweichen, indem er nämlich oben an seinem Abgang eine gröfsere Geschwindigkeit im Sinne dieser Rotation erhalten hat, als unten der Punkt besitzt, wo er anlangt. Es ist ferner bekannt, dafs einerseits Guglielmini im Jahr 1791 auf dem Thurm degli Asinelli in Bologna und andererseits Benzenberg i. J. 1802 auf dem Michaelisthurm in Hamburg und 1804 in einem Kohlenschachte zu Schlebusch, in der Grafschaft Mark, Versuche angestellt hat, um diese östliche Abweichung fallender Körper erfahrungsmäfsig zu erweisen, und dafs beide Physiker dieselbe bestätigt fanden, zugleich aber auch, wenigstens bei ihren ersten Versuchsreihen, eine geringe Abweichung nach Süden beobachteten, welche durch die theoretischen Untersuchungen von Laplace und Gaufs nicht gerechtfertigt wird. Benzenberg hat zwar bei seinen späteren Versuchen in dem Schachte diese Abweichung nach Süden nicht wieder beobachtet, und Guglielmini als Grund der von ihm wahrgenommenen die Krümmung des Thurmes Asinelli bei verschiedenen Temperaturen und den Umstand angegeben, dafs die Untersuchung im Sommer gemacht, die Lothlinie aber erst im Winter bestimmt wurde; indefs blieb es doch immer wünschenswerth, Versuche zu haben, die von den man-

Vollkommenere Methoden haben wir unstreitig von Hrn. Arago's Arbeit zu erwarten. *P.*

cherlei Störungen, welche sich auf Thürmen einstellen, möglichst frei, und andererseits auch unter günstigeren Umständen, als anscheinend bei denen im Schlebuscher Schacht obgewaltet zu haben scheinen, angestellt wären.

Diese Lücke ist nun durch die Resultate ausgefüllt, welche Hr. Prof. Reich im vorigen Jahre in einem Schriftchen, betitelt: *Fallversuche über die Umdrehung der Erde, angestellt auf hohe oberbergamtliche Anordnung* u. s. w. (Freiberg 1832, 48 Seit. gr. Oct. und 5 Steindrucktafeln) bekannt gemacht hat. Indem wir voraussetzen, dafs die Männer vom Fach diefs Schriftchen bereits gelesen haben oder noch lesen werden, erlauben wir uns nur die Hauptresultate dieser sorgfältigen und mühsamen Untersuchung, und so viel als zum allgemeinen Verständnifs derselben unumgänglich nöthig ist, dem physikalischen Publicum hier zu überliefern.

Die Versuche wurden, wie schon der Titel des Werkes sagt, im Dreibrüderschacht bei Freiberg angestellt. Derselbe liegt unter 50° 53′ 22″,81 N.B. und 31° 0′ 8″,55 O.L., und der Ort in demselben, von dem die Kugeln abfielen, 6,8 Meter unter der Hängebank und 475 Meter über dem Meere. Die Fallhöhe, gemessen durch zwei bei 17°,12 C. genau 16 Meter lange fichtene Latten, die mit einem aus Paris bezogenen eisernen Meter von Fortin verglichen wurden, betrug im Mittel und auf 0° reducirt, wie sie zu den späteren Rechnungen benutzt wurde, 158,5407 Meter *). Die Kugeln fielen innerhalb eines eigens dazu vorgerichteten hölzernen Verschlags (einer sogenannten Lotte), dessen Fugen wiederholt auf's Sorgfältigste verklebt und verstrichen waren, damit aller Luft-

*) Also 488,06 Par. F. Die von Benzenberg benutzte Fallhöhe betrug im Schachte von Schlebusch =262 Par. F., die im Michaelisthurm in Hamburg 235 bis 240 Fufs, die von Guglielmini anfänglich angewandte 240 F.; die späteren nur 90 F.; Hook liefs i. J. 1680 die Kugeln gar nur von einer Höhe von 27 Fufs herabfallen. P.

zug abgehalten sey. Das Abfallen der Kugeln wurde auf zweierlei Weisen bewerkstelligt: Erstlich mittelst einer ähnlichen Zange, wie sie Guglielmini und Benzenberg anwandten, welche, bis man sie öffnete, die Kugel an einem Faden festhielt, und zweitens mittelst eines genau horizontal gestellten Ringes, der von der Gröfse war, dafs die Kugeln erwärmt nicht, wohl aber kalt hindurchfielen. Die Erwärmung der Kugeln geschah in siedendem Wasser, und sie wurden nicht eher als nach sorgfältiger Abtrocknung auf den Ring gelegt. Diese dem Verfasser eigenthümliche sinnreiche Vorrichtung befand sich in einem unten offenen Kasten, der dicht auf die Lotte gesetzt wurde. Zum Auffangen der Kugeln diente ein unter der Lotte stehender sehr massiver, oben eine horizontale Ebene darbietender Klotz aus Büchenholz, in den die fallenden Kugeln ihre Eindrücke machen mufsten *). Da diese Eindrücke, um ihren Abstand von der Verticallinie zu messen, möglichst scharfe Ränder haben mufsten, so wurde der Klotz mit einer dünnen Lage Talg überzogen, auch wenn er durch die Kugeln zu sehr gelitten hatte, neu geebnet. Um den Lothpunkt zu bestimmen, wurde an einem Kupferdraht ein genau gedrehtes Loth vom Abfallspunkt der Kugeln so herabgelassen, dafs es mit der Spitze nahe über dem Stock schwebte, dann eine mit concentrischen Ringen und deren Mittelpunkt versehene Messingplatte untergeschoben, und diese so lange hin und her gerückt, bis die Spitze des Loths anfangs auf je zwei gegenüberliegenden Seiten gleich weit ausschlug, und endlich, wenn auch nicht ganz ruhig, über dem Mittelpunkt stehen blieb, doch um denselben nur innerhalb des engsten Kreises in scheinbar gleicher Entfernung sich bewegte. Sobald dieser Zustand einige Mal eingetreten

*) Kurz vor dem Aufschlagen der Kugeln war oben ein tiefer Ton zu hören, vor Allem intensiv beim Fall einer Kanonenkugel, die man einmal anwandte. Wahrscheinlich rührte der Ton von einer durch die Kugel bewirkten Compression der Luft her.

war, der indefs kaum eine Minute dauerte, schmolz man die Messingplatte mit Talg fest, und zog von einem, den Klotz umgebenden, aus Balken gezimmerten Rahmen Messingdrähte so, dafs sie sich genau über dem Lothpunkt senkrecht schnitten, und der eine von ihnen in dem mit einem Markscheide-Instrument bestimmten Meridian lag. Bei den Fallversuchen selbst war natürlich die Messingplatte fortgenommen, auch scheinen die Drähte an Merkzeichen, die man ein für alle Mal auf dem Rahmen gemacht hatte, nach jedem Fall neu gezogen worden zu seyn. Aus der gröfsten und kleinsten Entfernung, welche die Eindrücke der Kugeln auf dem mit Talg bestrichenen Klotz von jeder der beiden senkrechten Linien besafen, wurde die Entfernung der Mittelpunkte dieser Eindrücke von den genannten Linien bestimmt. Die Eindrücke waren indefs fast ohne Ausnahme oval, und ihre grofse Axe fiel mit dem Radius der Jahrringe des Holzes zusammen.

Die zu den Hauptversuchen angewandten Kugeln bestanden aus Zinn, dem etwa 10 Procent Wismuth und 2 Procent Blei beigemischt war; sie hielten 40,3 bis 40,4 Millimeter im Durchmesser, wogen im Mittel 270,45 Grm. und hatten ein specifisches Gewicht von 7,878.

Die zum Vergleiche der Versuche mit der Theorie erforderliche Fallzeit wurde durch eine besondere Reihe bestimmt, und dazu eine Terzienuhr mit Centrifugalpendel angewandt. Damit der oben an der Lotte befindliche Beobachter den Moment, da die Kugel unten anlangte, sicher bestimmen könnten, war dicht über dem Stock ein horizontal, um ein Scharnier drehbarer Rahmen mit darauf gelegtem Brett angebracht und an diesem ein Spiegel so befestigt, dafs er das Licht einer Argand'schen Lampe nach oben reflectirte. Sobald die Kugel auf das Brett schlug, drehte sich der Spiegel, und das Licht erlosch für den Beobachter. Die Fallzeit betrug im Mittel für die kleineren und gröfseren der angewand-

ten Zinnkugeln =360,59 Terzien, wovon bereits der bei diesen Zeitbestimmungen unvermeidliche constante Sinnesfehler, nach Benzenberg's Verfahren, zu 8,76 Terzien ermittelt, abgezogen ist.

Die Versuche zur Bestimmung der Abweichung von der Lothlinie bildeten 6 Reihen. Das Datum derselben die Zahl der fallenden Kugeln, und die Summe ihrer Abweichungen nach den vier Weltgegenden, in Millimetern ausgedrückt, nach Berücksichtigung aller Correctionen, enthält die folgende Tafel:

1831.	Zahl der fallenden Kugeln.	Summe der Abweichungen der Mittelpunkte der Eindrücke von der Lothlinie. S.	N.	O.	W.
I. 23. bis 25. Aug.	22	697,6	550,5	690,65	313,78
II. 27. Aug.	12	522,4	245,8	565,51	237,62
III. 29. -	12	414,05	430,35	397,86	201,72
IV. 1. Sept.	18	361,3	139,45	961,45	127,3
V. 6. -	21	261,55	427,25	748,05	138,45
VI. 7. -	21	671,25	1007,6	760,78	535,93

Durch die Verbindung der in diesen 6 Reihen enthaltenen Resultate (die im Original ausführlich mitgetheilt werden) nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung, ist dann als Endresultat die folgende Tafel entstanden. Es bezeichnet darin: X die östliche und Y die südliche Abweichung, P den Werth jeder Reihe, so wie den des Endresultats, F den wahrscheinlichsten Fehler jeder Reihe, so wie den des Endresultats, f den Fehler jeder einzelnen Beobachtung.

Oestliche Abweichung.

	X. Millimeter.	P.	F. Millimeter.	f. Millimeter.
I.	+27,130	0,00350162	8,06	37,80
II.	+27,324	116555	13,97	48,39
III.	+16,345	226764	10,02	34,69
IV.	+46,342	353716	8,02	34,02
V.	+29,029	648120	5,92	27,15
VI.	+10,698	181397	11,20	51,32
	+28,282	0,031124	2,703	

Südliche Abweichung.

	Y. Millimeter.	P.	F. Millimeter.	f. Millimeter.
I.	+ 6,686	0,002311953	9,92	46,52
II.	+23,050	0831337	16,54	57,30
III.	— 1,358	0920104	15,72	54,47
IV.	+12,492	8271970	5,24	22,25
V.	— 7,881	6195635	6,06	27,77
VI.	—16,017	1139191	14,13	64,75
	+ 5,061	0,0311992	2,700	

Aus dieser Tafel ergiebt sich Folgendes:

1) In den Reihen I, II, III und VI, bei denen die Zange angewandt wurde, ist die südliche Abweichung unsicherer bestimmt als die östliche, vermuthlich weil das Oeffnen der Zange, das ungefähr im Meridian geschah, von nachtheiligem Einfluſs war.

2) In den Reihen I, II, III fielen groſse, in der Reihe VI kleine Kugeln; erstere fielen besser.

3) In den Reihen IV und V fielen die Kugeln durch den Ring; sie gaben, obwohl kleiner, bessere Resultate als die mit der Zange; daſs für sie Y besser ist als X scheint nur zufällig zu seyn.

Es zeigte sich später, daſs die Mittagslinie auf dem Stock um 1° 23′ 22″ nach NW. falsch angegeben worden war. Darnach corrigirt, ist definitiv

die östliche Abweichung = 28,396 Millimeter
- südliche - = 4,374 -
für die mittlere Fallhöhe =158,5407 Meter.

Zur Vergleichung der Versuche mit der Theorie hat man, nach Olbers, unter Berücksichtigung des Umstandes, dafs die Richtungen der Schwere, als immer nach dem Mittelpunkt gerichtet, einander während des Falls nicht parallel bleiben, die Formel *):

$$X=\frac{4\pi \cdot \cos\varphi \cdot t}{3\tau}(a-\tfrac{1}{2}\delta)$$

worin X die östliche Abweichung von der Lothlinie, π wie gewöhnlich =3,14159.., φ die Breite =50° 53' 22",81, t die mittlere Fallzeit =360,59 Terzien, τ die Zeit eines Sterntages =86164 . 60 Terzien, a die Fallhöhe =158,5407 Meter, und δ die Veränderung des Falls durch den Widerstand der Luft, d. h. $\delta=a'-a$, wo $a'=g't^2$ und $g'=\frac{\gamma-\varrho}{\gamma}.g$, und darin wieder g den in Metern ausgedrückten Fallraum während der ersten Secunde im Vacuo unter der Breite und Meereshöhe des Beobachtungsorts, ferner γ die Dichtigkeit der fallenden Kugeln =7,878, und ϱ die der Luft, corrigirt für den beim Versuche stattgefundenen Baro-, Thermo- und Hygrometerstand.

Der Verfasser findet für seine Versuche $\varrho=0{,}001155$ (für Barometerstand =317‴,58, Hygromet. =97° Sauss., mittlerer Thermometerst. =13°,2 C.); $g=4^m{,}90493$ [aus der Formel $g=\frac{1}{4}\pi^2 l$, worin l die Länge des Secundenpendels im Vacuo unter der Breite φ und in der Meereshöhe $z=475$ Meter, hergeleitet aus Sabine's Bestimmung der Länge des Secundenpendels l^0 unter dem Aequator, =39,0152 engl. Zoll, mittelst der Formel $l=(l^0+0{,}20245\sin^2\varphi)\frac{r^2}{(r+z)^2}$, worin z der Erdradius

*) S. Benzenberg, Versuche über die Umdrehung der Erde, S. 382.

$=6364224$ Meter], dadurch das relative Beschleunigungsmaafs der Schwerkraft, nämlich $g' = 4{,}90439$ Meter, $a' = 177^m{,}1372$, $\delta = 18^m{,}5965$, und nach Bestimmung dieser Gröfsen endlich aus der Olbers'schen Formel:

$$X = 27{,}512 \text{ Millimeter}$$

welche berechnete östliche Abweichung nur um 0,77 Millimeter von der beobachteten abweicht.

Was die Abweichung nach Süden betrifft, die bekanntlich nach der Theorie nicht stattfinden soll, so übersteigt die Gröfse der beobachteten den wahrscheinlichen Fehler nicht genug, um sie aufser allen Zweifel zu setzen; man sieht sich aber genöthigt, sagt der Verfasser, Benzenberg's Worte zu wiederholen: Sonderbar bleibt doch diese Tendenz der Fehler nach Süden.

Da hier nicht die numerischen Resultate der einzelnen Beobachtungen angegeben sind, so haben wir, nach der Zeichnung im Originale, wenigstens bildlich wiederzugeben versucht, wie stark die einzelnen Kugeln von dem Lothpunkt abwichen. Fig. 16 Taf. V (des vorhergehenden Bandes dieser Annalen) ist im Viertel der wahren Gröfse eine Abbildung der oberen Fläche des Stocks und der Mittelpunkte der darauf von den fallenden Kugeln gemachten Eindrücke. Die beiden Systeme rechtwinkliger Linien bedeuten den wahren Meridian nebst dessen Perpendikel, und den $1^\circ\ 23'\ 22''$ nach NW. falsch angegebenen Meridian nebst dessen Perpendikel; der Durchschnittspunkt dieser Linien ist der Lothpunkt. Um sich eine Vorstellung von dem Maafsstabe dieser Zeichnung zu machen, braucht nur gesagt zu werden, dafs unter den fallenden Kugeln die gröfsten Abweichungen von dem unberichtigten Meridian und seinem Perpendikel folgende waren: nach Süden 184,35, nach Norden 129,65, nach Osten 179,0 und nach Westen 163,3 Millimeter.

IX. *Beschreibung anomaler Bildungen des Schwefelkieses;*

vom Prof. G. Suckow in Jena.

In dem hiesigen Grofsherzoglichen Museum finden sich unter anderen folgende merkwürdige Bildungen des Schwefelkieses:

1. Wie man zuweilen die Hexaëder- und Octaëderflächen künstlicher Salze, oder des namentlich bei Hüttenprocessen krystallisirten Bleiglanzes von ihrer Substanz nicht vollkommen erfüllt findet, und in diesem Zustande ihrer Bildung trichterförmige Vertiefungen wahrnimmt (vergleiche den 2. Bd. des Lehrbuches der reinen und angew. Krystallographie von Naumann, §. 554.): so beobachtete ich viele auf Eisenspath von Lobenstein im Voigtlande aufgewachsene Schwefelkies-Krystalle der Combination $O . \infty O \infty$, deren Flächen O nur partiell, und zwar nur an den unmittelbaren den Octaëder- und Combinationskanten zunächst liegenden Partien ausgebildet sind, indem der übrige Theil dieser Flächen nach dem Mittelpunkte hin treppenartig ausgebildete Vertiefungen zeigt, die an einigen Individuen so überwiegend werden, dafs dadurch nur noch schmale Wände, welche sich vom Mittelpunkte nach den Kanten hin erstrecken, so wie in der Richtung der Würfelflächen stattfinden, den Krystall allein constituiren: Taf. I Fig. 14.

Bisweilen tritt auch der Fall ein, dafs zwei, nicht sehr tief trichterförmig ausgehöhlte Individuen ebenfalls derselben Combination zwillingsartig mit einander verbunden sind, und zwar nach dem Gesetze: Zusammensetzungsfläche parallel, Umdrehungsaxe normal einer Fläche von O. Die Zwillinge gewinnen dadurch ein verschiedenes Ansehen, dafs ihre resp. Individuen bald einer nur schwa-

chen, bald einer starken Verkürzung unterliegen; auch wird ihr Ansehen besonders modificirt, je nachdem die verwachsenen Individuen durch Juxtaposition oder Durchkreuzung verbunden sind, also Bildungen zeigen, die, abgesehen von der zugleich stattfindenden trichterförmigen Vertiefung, uns schon an vielen anderen Mineralien bekannt sind, so dafs es zu ihrer richtigen Vorstellung keiner besonderen bildlichen Darstellung noch bedarf.

II. Einige isolirte, in's Goldgelbe geneigte, die Combination $\frac{\infty O 1}{2} \cdot \left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ darstellende Krystalle von Elba haben das Eigenthümliche, dafs an ihnen die sehr untergeordneten Flächen von $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ dargestellt aus ihrer Rolle gefallen sind, dafs sie, statt über die Flächen von $\frac{\infty O 2}{2}$ hervorzuragen, nach dem Mittelpunkte hin eingesunken sind *). Diese Abnormität ertheilt dann den Krystallen ebenfalls das Ansehen trichterförmiger Vertiefungen; eine Abnormität, die freilich in einer blofsen Linearzeichnung, wie Fig. 15 Taf. I, nicht so bemerklich wird, dafs man die Erscheinung von einer Hervorragung unterscheiden kann. Die den 6 Flächen gegebene Streifung ist keine zur Verdeutlichung des Bildes dienende Schraffirung, sondern die Schraffirung entspricht der vorkommenden Streifung **).

*) Auch besitze ich selbst einen auf ganz gleiche Weise sehr deutlich gebildeten, von Fahlun stammenden Krystall derselben Combination, der aber deshalb noch um so merkwürdiger ist, weil er eine Unvollzähligkeit der sehr untergeordneten Flächen $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ zeigt.

**) Rücksichtlich anderer Anomalien in der Krystallform des Schwefelkieses sehe man d. Ann. Bd. XIV S. 91 und 97. *P.*

X. *Die Krystalle des Coelestins von Dornburg bei Jena;*

vom Prof. G. Suckow in Jena

Auf Coelestinkrystalle, welche in den Mergellagern des Flötzmuschelkalks bei Dornburg, in der Nähe der daselbst im Jahre 1816 entdeckten fasrigen Aggregate, vorkommen, habe ich bereits vor anderthalb Jahren in einem Programme (*Descriptio Apophylliti et Coelestini, Jenae* 1831) aufmerksam gemacht. In den daselbst erwähnten Combinationen sind folgende einfache Gestalten enthalten: 1) aus der brachydiagonalen Zwischenreihe $\breve{P}3$ und $\infty\breve{P}2$; 2) aus der brachydiagonalen Nebenreihe $\breve{P}\infty$, und 3) aus der makrodiagonalen Nebenreihe $\bar{P}\infty$. Die dargestellten binären und ternären Combinationen selbst waren: $\breve{P}3 . \infty\breve{P}2$; $\breve{P}3 . \breve{P}\infty$, am häufigsten vorkommend; $\breve{P}\infty . \infty\breve{P}2$ und $\breve{P}\infty . \bar{P}\infty . \infty\breve{P}2$.

Dafs aber an den Coelestinkrystallen von Dornburg aufser den erwähnten Gestalten auch andere, noch nicht bestimmte, und zwar zur Hauptreihe gehörende Gestalten mit vorkommen, davon überzeugten mich grofse Krystalle mehrerer, vor wenigen Monaten daselbst ausgegrabener Drusen in Begleitung von dichtem Kalkspath.

Da der Coelestin im Mineralreiche eine wichtige Stelle einnimmt, so wird es nicht überflüssig seyn, die an den neu entdeckten Krystallen angestellten Beobachtungen ausführlicher mitzutheilen, und die Darstellung durch beigefügte krystallographische Zeichnungen zu verdeutlichen.

Sämmtliche in den neu beobachteten Combinationen enthaltene einfache Gestalten sind denn bezeichnet und geordnet, folgende: es gehören

1) in die Hauptreihe

$$0P = k$$
$$P = Z;$$

2) in die brachydiagonale Zwischenreihe

$$\breve{P}3 = n$$
$$\infty\breve{P}2 = d;$$

3) in die brachydiagonale Nebenreihe

$$\breve{P}\infty = o;$$

4) in die makrodiagonale Nebenreihe

$$\breve{P}\infty = M.$$

Es mag jedoch auch noch eine andere Gestalt, nämlich das Prisma von der Form $\infty\breve{P}\infty$ vorkommen, dessen Flächen die scharfen Seitenkanten von o abstumpfen, da wenigstens Andeutungen dieser Abstumpfungsflächen an vielen Individuen nicht zu fehlen scheinen.

Der Habitus der Combinationen dieser Gestalten ist theils pyramidal, theils säulenartig, je nachdem $\breve{P}3$ oder das horizontale Prisma $\breve{P}\infty$ vorherrscht. Die beobachteten Combinationen selbst sind folgende sechs:

1) $\breve{P}3 . \breve{P}\infty . 0P$, Fig. 16 Taf. I, häufig; einige Krystalle zuweilen nur mit der Kante von $\breve{P}\infty$ auf Kalk aufgewachsen, so dafs an ihnen die beiden extremen Glieder erscheinen.

2) $\breve{P}3 . \breve{P}\infty . \bar{P}\infty . 0P . \infty\breve{P}2$, Fig. 17 Taf. I.

3) $\breve{P}3 . \breve{P}\infty . \bar{P}\infty . \infty\breve{P}2 . P . 0P$, Fig. 18 Taf. I; mitunter wird P auf Kosten der Flächen von $\bar{P}\infty$ etwas vorherrschend, und erscheint dann sehr langgezogen.

4) $\breve{P}\infty . 0P . \breve{P}3$, Fig. 19 Taf. I. Diese Combination ist zwar rücksichtlich ihrer einzelnen Gestalten identisch mit Fig. 16 Taf. I, doch erhalten beide Combinationen durch das verschiedene Verhältnifs des Vorherrschens der Gestalten einen verschiedenen Habitus; denn wäh-

rend dort die Pyramide $\breve{P}3$ vorherrschend ist, tritt hier das Prisma $\breve{P}\infty$ gegen die übrigen Gestalten sehr hervor, wie dieſs auch die Stellung der Zeichen ausdrückt. Zuweilen kommen auch Krystalle so gebildet vor, daſs sich die Pyramide und das horizontale Prisma nahe im Gleichgewicht befinden.

5) $\breve{P}\infty . \bar{P}\infty . \infty\breve{P}2 . 0P$, Fig. 20 Taf. I.

6) $\breve{P}\infty . \bar{P}\infty . \infty\breve{P}2 . P . 0P$, Fig. 21 Taf. I.

Die Beschaffenheit der Oberfläche nicht allein ungleichwerthiger Gestalten ist verschieden, sondern die Oberfläche selbst gleichwerthiger Gestalten ist an den verschiedenen Exemplaren nicht immer auf eine und dieselbe Weise ausgebildet. So ist $\breve{P}3$ an den meisten Exemplaren eben, doch an einigen auch den Combinationskanten mit $\breve{P}\infty$ parallel schwach gestreift, oder auch uneben ohne Streifung; ingleichen $\breve{P}\infty$, namentlich an den wasserhellen Individuen glatt und glänzend, dagegen an den trüben oft stark horizontal gestreift und mitunter wie zerfressen; aber alle Individuen zeigen das Gemeinschaftliche, daſs 0P der Makrodiagonale parallel gestreift und $\infty\breve{P}2$ vollkommen glatt und stark glänzend erscheinen.

Manche Krystalle, denen das von Stromeyer in den blauen fasrigen Aggregaten, gleichfalls von Dornburg, nachgewiesene Bitumen wohl fehlen mag, sind durchaus farblos, und dieser Zustand, wiewohl er in vielen Fällen erst durch die ausbleichende Kraft des Sonnenlichts herbeigeführt wird, ist in diesem Falle in sofern ohne Zweifel ursprünglich, in wiefern sich diese Krystalle in den verborgensten Drusenräumen befinden; jedoch sind die blaulichweifsen und blaulichgrauen Individuen bei weitem die gewöhnlicheren.

Eben so sind einige Krystalle vollkommen durchsichtig, andere nur schwach durchscheinend, namentlich

zeigen diejenigen Individuen geringere Pellucidität und schwachen Glanz, welche sich durch Gröfse von den übrigen Krystallen auszeichnen.

XI. *Zum Krystallisationssystem des Quarzes; von Dr. R. Wackernagel in Berlin.*

1) Bestimmung zweier seltenen Krystallflächen.

Bis wir befriedigende Aufschlüsse über die gegenseitige Abhängigkeit der Krystallisationsflächen des Quarzes erhalten, hat jede entschiedene Feststellung einzelner, bis dahin noch nicht beobachteter Glieder dieses bedeutenden Krystallsystems, das an Rang und Schönheit dem des Feldspaths gleich kommt, einen gröfseren Werth, als es für evidente in ihrem Entwicklungsgange schon klar erkannte Systeme der Fall ist. Aus diesem Grunde kann die Mittheilung von Bestimmungen einiger neuen Quarzflächen für Krystallographen einiges Interesse haben.

Zu den seltenen Erscheinungen beim Quarz, die noch weniger in anderen 3- oder 6gliedrigen Krystallisationssystemen bis jetzt vorgekommen, gehören die Abstumpfungsflächen derjenigen Kanten, welche eine sogenannte Trapezfläche mit den Gliedern der beiden links und rechts von ihr liegenden Verticalzonen bildet, namentlich einerseits mit der über ihr liegenden Fläche *P* der gewöhnlichen Pyramide, andererseits mit der benachbarten Säulenfläche *r*. Die Abstumpfungen der beiden zuletzt bezeichneten Kanten habe ich an den zwei gewöhnlichen Trapezflächen beobachtet, nämlich an der 7fach schärferen und der 11fach schärferen, von denen die erstere bei Haüy mit *u*, die andere mit *x* bezeichnet ist, bei Mohs und Naumann umgekehrt. Aber nur für die zwischen *x* und *P*, und zwischen *u* und *r* liegen-

den Flächen ist eine ansprechende Bestimmung möglich gewesen, da der Quarz in diesen letzten Gliedern seiner Entwicklung so schüchtern auftritt, dafs bei der äufsersten Feinheit der Flächen und wegen der nicht sehr bedeutenden Gröfse der Krystalle, an welchen sie erscheinen, die Messung, deren man wegen äufseren Mangels einer zweiten Zone bedarf, mit Schwierigkeiten verknüpft ist, die ich bis jetzt nur in Beziehung auf jene beiden Flächen habe überwinden können.

Eine Fläche, welche die Kante zwischen einer Trapezfläche und der bezeichneten Säulenfläche abstumpft, wird ihre nächste Beziehung auf eine zur anderen Seite benachbarte, auf derselben Säulenfläche mit der Trapezfläche aufsitzende Fläche derjenigen spitzeren Pyramide haben, in deren Polkantenzone, unterer Hälfte, sie gemeinschaftlich mit der Trapezfläche fällt, d. h. an der sowohl sie als die Trapezfläche die mit der Säule gebildete Kante abstumpft. Eine $m$fach schärfere Trapezfläche steht immer zu einer $\frac{m-1}{2}$fach spitzeren Pyramide in diesem Verhältnifs, und zwar so, dafs sie den $\frac{m+3}{m-1}$fachen *cos.* in deren Kantenzone hat. Die Abstumpfungsfläche zwischen der Trapezfläche und der Säule ist dann noch schärfer, und kann entweder ein Analogon der Rhombenfläche, nämlich mit 3fachem *cosinus* die Fläche einer diagonal stehenden 6gliedrigen Pyramide

$$\left[\frac{m-1}{2}c : a : \tfrac{1}{2}a : a\right]$$

seyn, oder vor oder nach dieser folgen. Das bloſse Auge kann an den von mir beobachteten Krystallen wahrnehmen, dafs die Fläche jedesmal tief unterhalb der eben bezeichneten fällt, und dafs also in dem Zeichen

$$\frac{m-1}{2}$$

$$\frac{m-1}{2}c:\frac{1}{n-1}a:\frac{1}{n}a :: a=\frac{n(m-1)}{2}c:\frac{n}{n-1}a:a:na$$
$$=\frac{n(m-1)}{2}P\frac{n}{n-1},$$

welches für sie durch Zahlen zu bestimmen ist, n immer gröfser als r seyn mufs. Dann hat sie den $(2n-1)$ fachen *cosinus* in der Kantenzone jener $\frac{m-1}{2}$ fach spitzeren Pyramide.

Die Abstumpfung $\frac{u}{r}$, die ich mit f bezeichnen will, man sehe Fig. 12 Taf. I, findet sich bei einiger Aufmerksamkeit ziemlich häufig an Bergkrystallen von Norwegen, Ungarn, der Dauphiné, von Carara, der Grimsel, besonders auch an Rauchtopasen von dort und anderen Orten, wie an einem grofsen dunkelbraunen Krystall, mit der Etikette: aus Grofs-Friedland, östr. Schlesien, über ihr die entgegengesetzte Trapezfläche mit $\frac{17}{3}$fachem *cos.* als Abstumpfung der Kante zwischen u und der 3fach spitzeren Pyramidenfläche, besonders deutlich beobachtet. — Eine nach dem blofsen Gesamtschein der Fläche, ohne bestimmte Spiegelung der Bilder, genommene Messung gab den $\angle\frac{f}{r}=176°\ 45'$, der also vielleicht nur bis auf $\frac{1}{3}°$ darunter oder darüber zu verkürzen ist. Dieser Messung ziemlich genau entspricht das Zeichen $[3c:\frac{1}{15}a:\frac{1}{16}a:a]$ oder in der Naumann'schen Abkürzung $48P\frac{16}{15}$, wonach sie mit 31fachem *cos.* in die Kantenzone jener sehr gewöhnlichen 3fach spitzeren Pyramide fiele; die *tang. compl.* des Winkels $\frac{f}{r}$ wäre dann $=\frac{\sqrt{118}}{186}$, der Bogen desselben $=176°\ 40'$, beides nach den Haüy'schen Grunddimensionen, von welchen man ohne Gefahr bei solchen Berechnungen ausgehen kann. Eine weitere Gewähr für die Wahrscheinlichkeit des angegebenen Flächenzeichens kann nicht gegeben werden; Zonen, in die sie mit be-

kannten Flächen an demselben Ende des Krystalls fiele, finden sich nicht; ihre Lage ist so sehr unterhalb aller gewöhnlichen Glieder des Systems, dafs nur übrig bleibt, sie in Verbindung mit Flächen an dem entgegengesetzten unteren Ende des Krystalls zu denken, ob vielleicht hier sich Zonen eröffneten. Da würde sie zwischen einer unteren an derselben Seitenkante der Säule bei p liegenden $p$fach schärferen Trapezfläche und einer mit deren letzteren auf derselben Säulenfläche aufsitzenden ebenen $m$fach schärferen Pyramidenfläche, wie n, Fig. 12 Taf. I, liegen, wenn, aus ihrem Zeichen $6n=8m+3(p+1)$ wäre. Nun zeigt sich freilich, dafs der für sie gefundene Werth wahrscheinlicher ist als die beiden anderen, die man hätte vermuthen können, wo nämlich $n=15$ oder $=17$; denn es finden sich wohl für jene, aber nicht für diese, einige nicht eben ganz theoretische Zonen: die Rhombenfläche mit der $10\frac{1}{2}$fach spitzeren Pyramide, die 7fach schärfere Trapezfläche mit der 9fach spitzeren Pyramide, die 11fach schärfere Trapezfläche mit der $7\frac{1}{2}$fach schärferen Pyramide, besonders zu erwägen aber die Mohs'sche 15fach schärfere Trapezfläche mit der 6fach spitzeren Pyramide. — Weiter weifs ich für diese Flächen nichts anzuführen.

Eine Abstumpfungsfläche der Kante zwischen einer Trapezfläche und der über ihr liegenden Fläche der gewöhnlichen Pyramide, hat keine ihr und jener Trapezfläche gemeinschaftlichen Beziehungen auf andere bekannte Glieder des Quarzsystems; für sich allein kann sie, was auch von der eben besprochenen und bekanntlich von jeder Fläche einer (6×2) gliedrigen Pyramide gilt, auf die Kantenzonen von sechserlei aus dem vollständigen Weifs'schen Zeichen für sie zu entnehmenden 6gliedrigen Pyramiden bezogen werden, von denen sich drei in der grofsen Anzahl spitzerer Pyramiden unterhalb P könnten vermuthen lassen; die drei anderen aber, wenn die eine nicht die bekannte Rhombenfläche ist, werden jedesmal hypothetisch seyn.

Zur Bestimmung der an Krystallen von Mursinsk im Ural, von Baveno, der Dauphiné und der Schweiz beobachteten Fläche $b=\frac{x}{P}$, siehe Fig. 11 Taf. I, habe ich zu verschiedenen Zeiten an zwei Krystallen Messungen angestellt, von denen die eine bei Lampenschein genommene keine innere Sicherheit hat, da die gefundenen Winkel $\frac{x}{P}=148^\circ\ 20-25'$, $\frac{b}{P}=172^\circ\ 5-10'$, $\frac{b}{x}=156^\circ 5'$ weder genau aus einander folgen, noch auch mit dem berechneten Werth für $\frac{x}{P}=148^\circ\ 42'$ auf genügende Weise stimmen. Dagegen ergab die zweite auf regelmäfsige Weise bei Tageslicht angestellte Messung $\frac{x}{P}=148^\circ 45'$, $\frac{b}{P}=172^\circ\ 30'$, $\frac{b}{x}=156^\circ\ 10'$, welche Winkel sich einander sehr gut bestätigen, da, wenn man $\frac{x}{P}$ berechnet $=148^\circ\ 42'$ annimmt, die beiden letzteren aus einander zu $156^\circ\ 12'$ und $172^\circ\ 32'$ folgen. Aus diesen Messungen für die Fläche ergiebt sich zunächst, wie viel näher sie der Pyramidenfläche als der Trapezfläche liegt; sie entweicht den Flächen zwischen welchen man ihre weitere Bestimmung suchen könnte, namentlich dem Gebiet innerhalb der anderen Trapezflächen einerseits und den auf derselben Säulenfläche mit ihren aufsitzenden spitzeren Pyramidenflächen andererseits, so weit nach oben, dafs es nicht befremden kann, wenn auch für ihre Divisionswerthe sich keine besonders einfachen Zahlen ergeben. Solche Zahlen können überall, so sehr sie in den näheren Gliedern eines Krystallsystems gefordert werden, in den entfernteren nicht mehr vorkommen, und alles, was sich für und gegen sie sagen läfst, beschränkt sich, wenn die Bedeutung der Zahlen überhaupt unerwogen bleiben soll, auf die Beobachtung; dafs es gewöhnlich zugleich die selteneren

Flächen sind, denen die relativ gröfseren Zahlenwerthe in den Dimensionen zukommen, was mit der ganzen äufseren Entfaltung der krystallinischen Cohaesionsverhältnisse vermöge der Zonenverkettung zusammenhängt. — Es können zwei Zeichen für die Fläche vorgeschlagen werden:

I. $[\frac{1}{15}c : a : \frac{1}{20}a : \frac{1}{19}a] = \frac{4}{3}P\frac{20}{19}$

II. $[\frac{2}{29}c : a : \frac{2}{39}a : \frac{2}{37}a] = \frac{39}{29}P\frac{39}{37}$.

Aus I folgt für die Winkel:

$\frac{b}{P}$ die *tang. compl.* $= \frac{\sqrt{888}}{231}$, u. daraus d. Bog. $= 172^\circ\,39'$

$\frac{b}{x}$ - - - - $= \frac{14\sqrt{888}}{939}$ - - - - - $= 156\;\;3$

also eine Abweichung von 7′ gegen die Messung; nach II liegt die Fläche etwas höher, und es folgt für Winkel:

$\frac{b}{P}$ die *tang. compl.* $= \frac{2\sqrt{888}}{449}$, u. daraus d. Bog. $= 172^\circ\,27'$

$\frac{b}{x}$ - - - - $= \frac{27\sqrt{888}}{1829}$ - - - - - $= 156\;\;15$

also eine Abweichung von nur 3′. Aufserdem kann für das Zeichen II noch angeführt werden, dafs es der Fläche *b* eine entfernte Beziehung zu der, mit ihr oft an denselben Krystallen, z. B. an denen von Baveno, zugleich vorkommenden oberen Trapezflächen *t* mit $\frac{1}{3}$fachem *cos.* giebt; diese Fläche nämlich, welche gemäfs ihrer den anderen Trapezflächen entgegengesetzten Lage in unmittelbarer Berührung mit *b* steht, würde mit dieser und der anderen nächsten Ecke, von der unausgebildeten Seite der Rhombenfläche an gerechnet, also bei *e*, Fig. 11 Taf. I, sitzenden 9fach schärferen Trapezfläche in eine Zone fallen und als Abstumpfung der Kante zwischen beiden erscheinen. Das Zeichen I indefs hat eine ähnliche Beziehung zu einer mit ihr gemeinschaftlich vorkommenden Fläche, aber, was entsprechender ist, nicht in einer solchen Entfernung und mit wenigem Anschein eines blofs theoretischen Verhältnisses. Wenn nämlich

die Rhombenfläche *s* an der anderen Seite, als wo unter ihr die Trapezflächen liegen, an einer bei *d*, Fig. 11 Taf. I, erscheinenden $\frac{9}{2}$fach spitzeren Pyramidenfläche, sie heifse *a*, zerschnitten wird, so fällt sie mit dieser und unserer Fläche *b* in eine Zone, sie ist Abstumpfung von $\frac{a}{b}$; ja die mit *a* auf derselben Säulenfläche bei *e* aufsitzende Mohs'sche Trapezfläche *v* mit 15fachem *cos.* gehört auch hinein, so dafs wiederum *a* als Abstumpfung der Kante $\frac{r}{s}$ erscheinen könnte. In Beziehung auf diese Fläche *v* ist das Verhältnifs mehrfach blofs theoretisch; die $\frac{9}{2}$fach spitzere Pyramidenfläche aber ist von mir, und zwar vor aller Fehlstellung eines Werthes für die Fläche *b*, mit dieser gemeinschaftlich an einem wahrscheinlich aus Sibirien herrührenden Krystall in der angegebenen Lage gemessen worden, unter ihr aufserdem noch sehr deutlich und der Messung auf die Minute entsprechend, die ebenfalls sonst nicht beobachtete 13fach spitzere Pyramide. Diefs aus dem Zeichen I folgende Verhältnifs der Fläche *b* zu der $\frac{9}{2}$fach spitzeren Pyramide kann mit Recht ein einfacheres genannt werden, als das bei dem Zeichen II zu der Fläche *t* stattfindende, welches, da schon die 9fach schärfere Trapezfläche überhaupt selten, an jenen die Fläche *t* enthaltenden Krystallen aber gar nicht beobachtet, noch weniger irgendwo so ausgedehnt ist, dafs sie in diese an der anderen Ecke liegende Fläche hineintreten könnte, kaum jemals wird beobachtet werden können. Eine zweite Eigenschaft, die an das Zeichen I geknüpft ist, würde die Fläche *b* darin zeigen, dafs sich gleichlaufende Kanten auf ihr bilden, wenn oberhalb die ihr zunächst, bei *g*, Fig. 11 Taf. I, liegende 3fach stumpfere Abschärfungsfläche der Dihexaëderkanten, und unterhalb die an der nächsten Krystallecke, aber entgegengesetzt mit jener Trapezfläche *x*, bei *q*, Fig. 11 Taf. I, vorkommende $\frac{19}{3}$fach schärfere in sie eintreten, ein Verhältnifs, welches sich wohl einmal der Beobachtung darbieten könnte, da die drei Flächen sich ziemlich nahe liegen, die erwähnte Trapezfläche gar nicht selten und jene Zuschärfungsfläche der Polkante schon vorgekommen ist.

Nun lasse man für das Zeichen I auch die gröfsere Einfachheit seiner Zahlenwerthe sprechen, und auf die

kleine Differenz zwischen den sich aus ihm ergebenden Winkeln und der gemessenen Ecke besonderes Gewicht fallen; jedenfalls wird die Wahl nur zwischen I und II stattfinden können. Denn setzte man die Fläche noch höher als sie gemäfs II liegen würde, so würden schon aus dem ganz nahe liegenden Zeichen $[\frac{1}{17}c : a : \frac{1}{19}a \frac{1}{18}a]$ jene Winkel zu 172° 13′ und 156° 29′ folgen, also mit einer gröfseren Differenz gegen die Messung als die an I geknüpfte. Noch mehr würde dieſs von dem Werthe $[\frac{2}{37}c : a : \frac{2}{37}a : \frac{2}{35}a]$ gelten, dessen Winkel 171° 59′ und 156° 43′ betragen, wiewohl man auf dieses Zeichen fallen könnte, da der Fläche durch dasselbe eine merkwürdige Beziehung zu der, aus jener ebenen $\frac{7}{3}$fach schärferen Trapezfläche *t* sich bildenden (6×2) flächigen Pyramide gegeben wird, nämlich die, dafs sie mit 9fachem *sinus* in die Zone der schärferen Endkanten derselben fiele und diese abschärfte. — Oder liefse man umgekehrt die Fläche tiefer fallen als I und vermuthete den zunächst wahrscheinlichen Werth $[\frac{2}{31}c : a : \frac{2}{41}a : \frac{2}{39}a]$, so würden die zu diesem gehörigen Winkel 172° 51′ und 155° 51′ betragen, und mithin so weit von der Messung abweichen, dafs selbst die aus dem Zeichen folgende Zone der Fläche über die mehrerwähnte Trapezfläche *t* nach der zur freien Seite der Rhombenfläche, bei *d*, Fig. 11 Taf. I, benachbarten 3fach spitzeren Pyramidenfläche *n* hin, zur Annahme desselben nicht bewegen kann. —

Schliefslich bemerke ich, dafs von den beiden anderen zu den Trapezflächen *u* und *x* gehörigen Abstumpfungsflächen die zwischen *x* und *r* liegende die seltenste ist, deutlich und entschieden vorgekommen bis jetzt nur an einem grofsen Dauphiné-Bergkrystall, an welchem die Trapezfläche *x* sowohl diese Abstumpfung als auch jene der Kante $\frac{x}{P}$ ausgebildet enthielt. Dagegen findet sich $\frac{u}{P}$ sehr häufig; ich habe sie an wasserhellen Krystallen vom Pfitschen-Joch in Tyrol und aus der Dauphiné, an grofsen Rauchtopasen vom Gotthard, aus Brasilien und von der Grimsel beobachtet, jedesmal in Begleitung der Rhombenfläche und anderen, auch der selteneren Trapezflächen.

Fig. 4

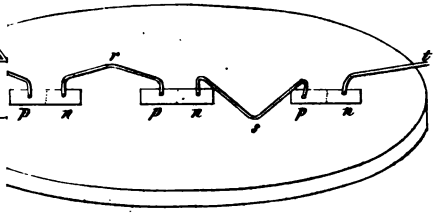


Fig. 21

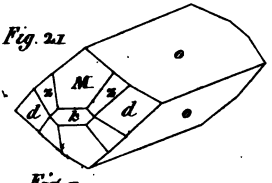


Fig. 7

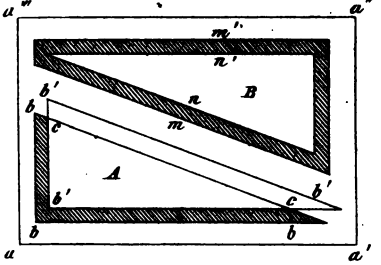


Fig. 16

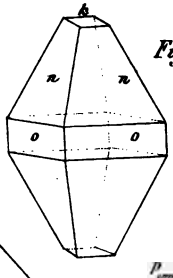


Fig. 11

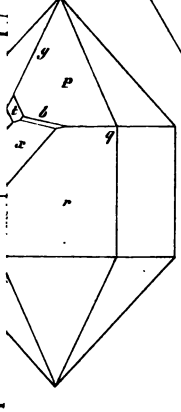
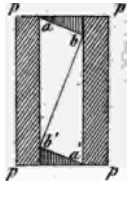
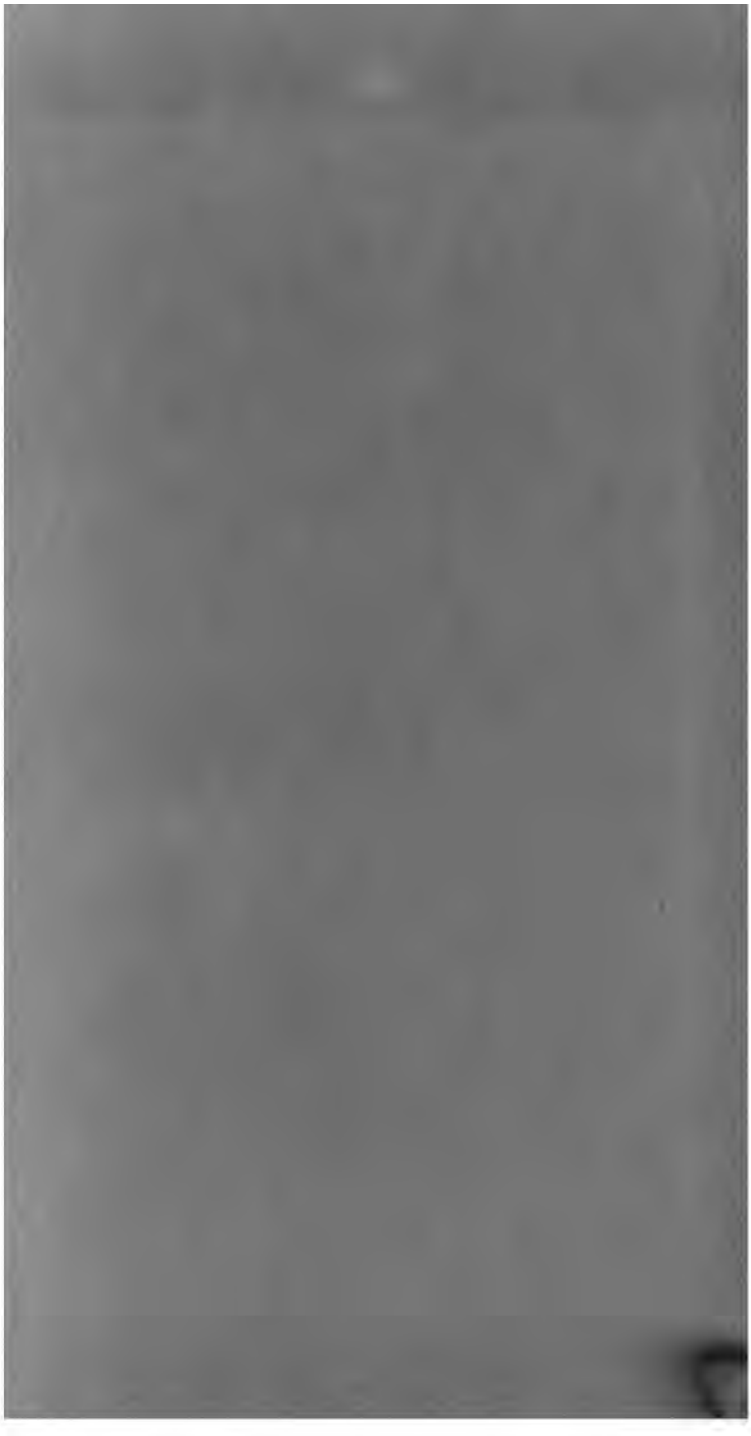
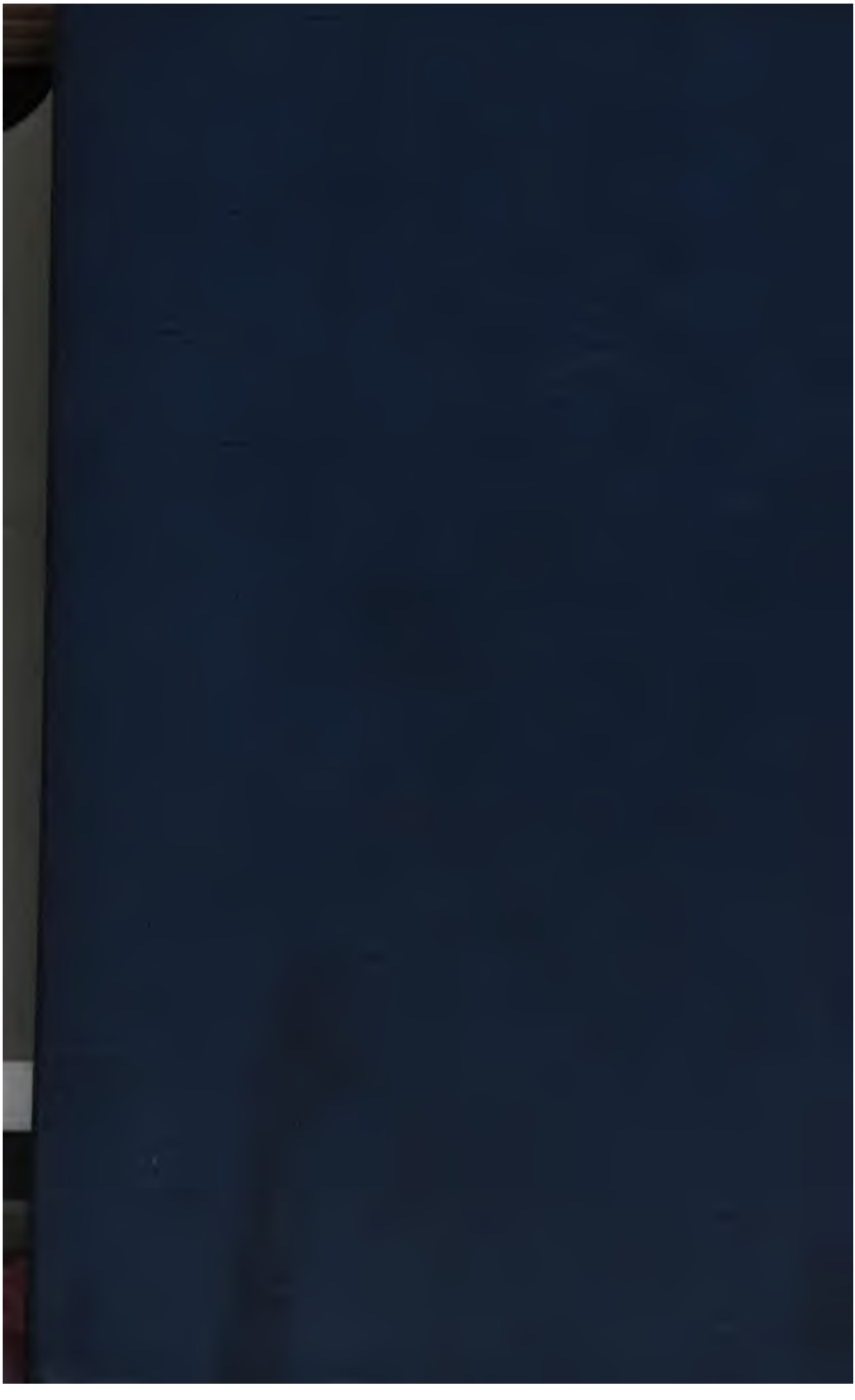



Fig. 13